Il Secolo XIX
nella vita e nella cultura dei popoli

STORIA NATURALE

DI

Ferruccio Rizzatti

Con figure nel testo e una tavola a colori

CASA EDITRICE
DOTTOR FRANCESCO VALLARDI
MILANO
Napoli — Firenze — Roma — Torino — Palermo
Bologna — Genova — Pisa — Padova — Catania — Cagliari — Sassari — Bari
Trieste — Buenos Aires — Montevideo — Alessandria d'Egitto

INDICE

STORIA NATURALE

INTRODUZIONE.

I.

La Storia naturale nel Secolo XVIII.

II.

La Storia naturale nel Secolo XIX.

III.

IV.

V.

VI.

VII.

VIII.

IX.

STORIA NATURALE

INTRODUZIONE.

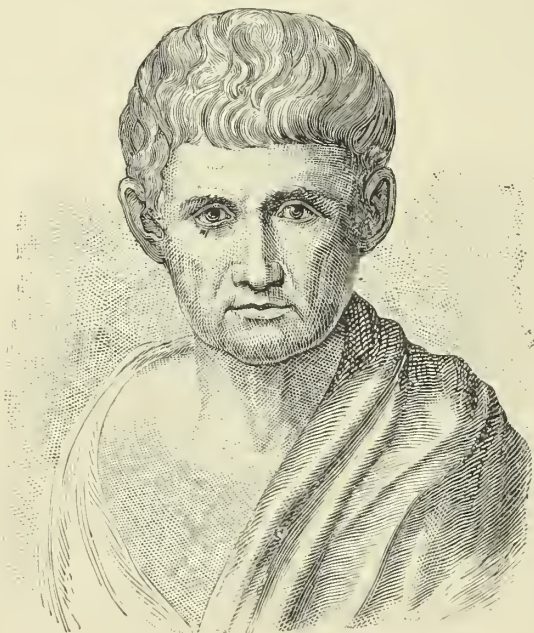
Quel che si intendeva per *storia naturale* dalla fine del secolo XVIII, e quel che ora si intende — Ordine della esposizione — L'opera di Aristotele — Importanza della storia naturale — Scienza e civiltà.

Con questo nome di *storia naturale* e — mi pare opportuno ricordarlo qui — circa un secolo fa, si comprendevano ben più cose di quelle che ora si comprendono. Basta, per rendersene conto, consultar qualcuno dei tanti dizionari di storia naturale che furono pubblicati sulla fine del secolo XVIII, un secolo straordinariamente fecondo, nel quale tutti i rami della scienza si perfezionarono, e qualcuno ebbe incremento del quale non era che il germe, e d'altri il germe cominciò ad apparire. Ne apro due, a caso. « La Storia Naturale » si legge nel primo « è la scienza dei fatti della natura »; e nell'altro: « Tutti sanno che questa denominazione esprime la conoscenza e la descrizione di ciò che compone l'universo intero: la storia adunque, dei corpi celesti e della terra, l'istoria dell'atmosfera, dei mari, delle terre emerse, dei fenomeni che vi si svolgono, della vita, che sulle terre emerse, per entro ai mari, in seno all'atmosfera si esplica ». La storia naturale infatti comprendeva tutte le scienze naturali: la zoologia e la botanica e le scienze che ad esse si collegano, come l'anatomia, la fisiologia, ecc., la mineralogia e la geologia, la fisica e la chimica, l'astronomia e la geografia, l'etnografia e l'archeologia: presso che tutto lo scibile.

Oggi la storia naturale comprende un campo meno vasto, per quanto sempre si esteso che si è dovuto scinderla in parecchie branche speciali: essa abbraccia la zoologia, la botanica, la paleontologia, la geologia e la mineralogia. Ma di tutte l'altre scienze sempre si vale. Il mineralogista ha bisogno della chimica e della matematica, come il geologo della fisica e dell'astronomia, e il botanico e lo zoologo non potrebbero non solamente far opera utile,

ma neppure rendersi conto della loro scienza, senza chiedere alla fisica e alla chimica, all'anatomia ed alla fisiologia, alla geologia ed alla paleontologia il loro sussidio.

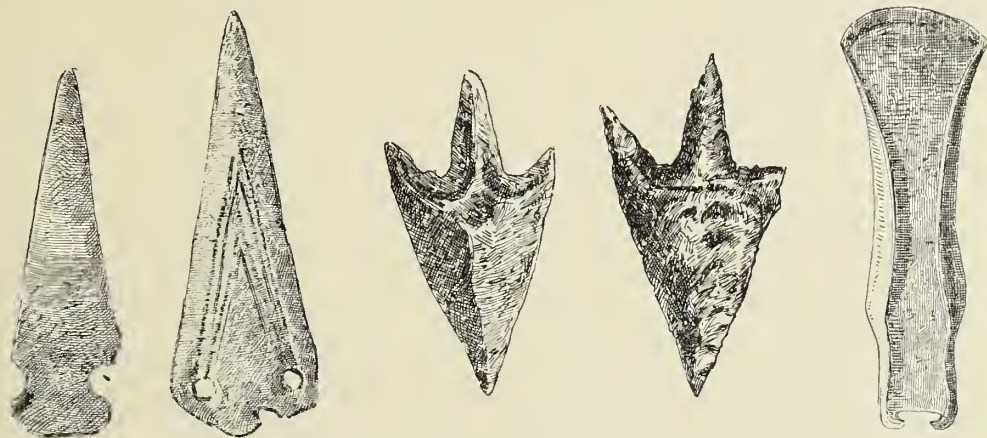
D'altra parte la storia naturale, la quale comprende adunque l'istoria delle sostanze che compongono il pianeta da noi abitato, e degli esseri che sovra esso vivono o hanno vissuto, è tale che non si può più concepire un naturalista, se non nel senso d'uno studioso d'una limitatissima parte di quelle sostanze e di quegli esseri, o dei fenomeni che in quelle sostanze e in quegli esseri si svolgono, appunto perchè, anche a studiar appena poche di quelle sostanze, o qualcuno soltanto di quegli esseri, e solo da un determinato punto di vista, per far studio profondo e cosa utile, è necessario conoscere veramente tutte le scienze naturali.

Per queste stesse ragioni non è possibile, volendo narrare del progresso che la storia naturale compì nel secolo XIX, fare una narrazione ordinata quanto alle singole materie. La zoologia e la botanica ebbero in questo secolo il loro massimo incremento dalla geologia e dalla paleontologia, e quest'ultima non poteva essere senza la botanica e la zoologia; nè la geologia poteva raggiungere l' alto suo grado presente senza la mineralogia e senza la paleontologia. Tutte le scienze che concorrono a comporre la storia della natura procedono quasi di pari passo: ora sopratutto che sono colmati gli abissi, che, non è molto tempo, le separavano. Un incremento nell'una determina sempre incremento nelle altre.

Aristotele.

Più logico, più naturale ci parve invece il seguire da' suoi primi anni sino a' suoi ultimi giorni il secolo XIX, segnando, con la vita e con l'opera dei grandi che più contribuirono al perfezionamento della storia naturale, il suo graduale svolgimento. E così abbiamo fatto. Anche perchè a dire singolarmente di ciascuna delle scienze naturali, non solo sarebbe stato necessario il ripetersi, ma il dir molto altresì, più assai di quel che conceda, non la materia, ma il limite prefisso a questo lavoro.

La storia delle scienze naturali è la storia dello sviluppo della mente e della scienza umana: è la storia del progresso della civiltà dei popoli della terra. Fu solo studiando la natura che l' uomo potè acquistare le nozioni necessarie perchè potesse soddisfare ai proprii bisogni ed ai proprii capricci, e difendersi contro i propri nemici, esseri viventi o forze brute della materia, e curarsi malato.

Raccogliere tutta questa istoria, non in un volume, ma neppure nell'opera

intera d'un uomo, non sarebbe oggi possibile. Il più grande dei naturalisti, vero « maestro di color che sanno », Aristotele, fu insieme anche il primo di tutti. Egli solo poteva abbracciare in un'opera immensa, ora inconcepibile, tutte le scienze, e lasciarci un'esposizione completa e ragionata dello scibile umano del suo tempo, classificando le scienze in un ordine maraviglioso,

Punte di lance ed altre armi primitive.

fondandole sull'osservazione, portando su tutte la luce del suo genio, generalizzando i fatti da lui osservati, applicando alla storia naturale, da lui quasi creata, il metodo sperimentale.

Aristotele fu davvero il più grande genio dell'antichità. Per tutto lasciò tracce di sè. Nelle quarantasei opere sue che conosciamo, di cinque o sei delle quali soltanto può essere dubbia l'autenticità, e nelle sessantasei delle quali ci rimangono solo pochi frammenti, tracciò regole eterne ai poeti ed agli oratori, dettò lezioni profonde ai legislatori ed agli uomini politici, rinnovò completamente la fisica del suo tempo, osservò per primo l'organizzazione degli animali e dei vegetali, pose le basi delle classificazioni, fondò la biologia, l'embriologia, l'anatomia comparata, divinò intorno alla riproduzione degli animali alcune delle più recenti scoperte, lasciando ai posteri una vasta enciclopedia, che per lunghi secoli ebbe un' autorità assoluta e segnò i confini del sapere umano. Più ancora: Aristotele diede alle scienze la loro vera forma, il loro stile particolare. Solo egli seppe parlare nell' antichità quella lingua semplice, naturale, chiara e severa, precisa senza essere arida, ricca senza essere gonfia, nella quale anche un italiano, Galileo, doveva poi riuscir sommo.

Quelli che vennero dopo lui, per molti secoli, non seppero gran cosa più di quel che egli aveva insegnato. La Chiesa, è noto, gli fu dapprima acerrima nemica. Nel 1209 la lettura delle sue opere fu proibita sotto severissime pene; le sue opere stesse furono bruciate. Ma poi la Chiesa dovette finire col seguire la corrente irresistibile dell'opinione pubblica favorevole ad Aristotele. E le sue opere riapparvero nelle traduzioni fatte su testi arabi: solamente più tardi si ebbero, grazie a Tommaso d'Aquino, le traduzioni dall'originale greco. E la riapparizione condusse a questo buon resultato: che si cercò di verificare i fatti osservati o dati come tali, e s'iniziò così la cri-

tica scientifica... E quando fu inventata la stampa, fu ancora la diffusione delle opere di Aristotele, delle parti delle opere sue che non erano andate disperse, che diede nuovo impulso alla storia naturale. Nel 1554 quel grande naturalista che fu l'Aldrovandi, ricercava ancora nelle opere di Aristotele i soggetti delle sue lezioni. Nello stesso secolo XIX, pochi anni or sono appena, molti valorosi scienziati si occuparono di Aristotele, studiando ne' suoi particolari l'opera sua, curandone nuove edizioni e traduzioni (fra le quali degnissime di nota quelle che l'Accademia di Berlino, che ne pubblicò anche i commentari greci, recentemente curò), constatando ancora una volta la profondità delle sue vedute, traendone argomento a nuovi studî, a nuove teorie.

Aristotele, consacrando tutto l'ingegno suo, tutta la vita all'opera che lo rese immortale, aveva compreso i grandi benefici che dallo studio della natura dovevano venire all'uomo.

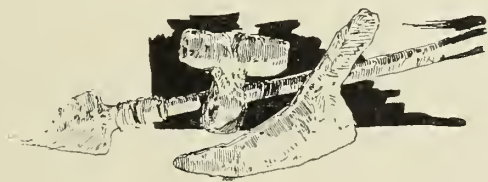
Grandi invero: incomparabilmente grandi. Basta pensare all'alto grado di civiltà cui giunse l'uomo, e insieme ricordare il tempo nel quale, nella infanzia, « gregge muto e spaventoso, combatteva per un po' di ghianda coi pugni e con le ugne, contro i suoi simili » !

Dopo aver vissuto una vita non molto dissimile da quella dei bruti, sviluppatasi a poco a poco la sua intelligenza, volse egli intorno a sè lo sguardo, alla terra ricca di produzioni d'ogni sorta, agli animali che la correvano, e cominciò ad osservare, a rendersi conto di ciò che poteva essergli utile, di ciò che poteva nuocergli. Non tutti i frutti della terra erano dolci, saporiti: non tutti gli animali si rassegnavano senza resistenza a ricever la morte perchè egli si cibasse delle loro carni o si coprisse delle loro pellicce... Ma l' uomo sorprese il segreto della riproduzione delle piante che potevano meglio essergli utili, e le moltiplicò intorno a sè, migliorandole: e s'associò agli altri uomini, e assoggettò alcuni animali, dagli altri imparò a difendersi e i primi protesse. Le selci aguzze che gli ferivano il piede, gli suggerirono l'idea dell'armi, e ne fece punte di lance e di frecce, e coltelli, e coi coltelli lavorò il legno, sino a che un giorno l'incendio d'una foresta, spontaneo, o causato da un bolide, o forse la scintilla di una di quelle stesse selci, che gli erano state già tanto utili, gli illuminò la via. La scoperta del fuoco segnò un grande momento nella vita umana: il principio di un'êra nuova, d'una nuova civiltà.

Il cielo stesso coi suoi meteoriti gli offriva il ferro, la terra gli disserrava i tesori preziosi del suo seno, e gli offriva la materia di armi nuove e più potenti, di nuovi e più perfetti strumenti, di armi e di strumenti di forza e di dominazione, di progresso e di civiltà, coi quali poteva meglio assoggettare gli altri animali, lavorare la terra, fabbricarsi la casa, la dolce casa, e quanto poteva rendergli facile e buona la vita. E il cacciatore studiava i costumi degli animali che dovevano fornirgli le calde pellicce, e le carni saporite, per impadronirsene più facilmente, o le attitudini degli animali più docili e socievoli per farne i suoi compagni di lavoro nella conquista della terra: e l'agricoltore osservando imparava come il sole e l'acqua faccian crescere le piante preziose, e scopriva i misteri della loro vita: e il pastore im-

prendeva a migliorare il gregge, a moltiplicarlo, a trarne l'utile maggiore possibile, e non dalle carni soltanto, anche dalla lana; imparava a conoscere le piante che potevano meglio guarirlo malato, e a valersene per se stesso e per i suoi, e nei riposi vespertini volgendo gli occhi al cielo stellato si chiedeva cosa fossero quelle stelle, e si rendeva conto dei moti degli astri, e dei loro rapporti con le stagioni... E le scienze nascevano!

La superiorità dell'uomo sugli altri animali si fonda sopratutto su questo amore nato e cresciuto a poco a poco in lui per l'osservazione, per le ricerche, pei confronti. L'osservazione della natura, che conduce alle scoperte, alle invenzioni, non ebbe dapprima che uno scopo solo: quello di soddisfare ai primi bisogni materiali; ma poi la scienza che origina da altri bisogni, dai bisogni intellettuali, sospinse l'uomo ad altre ricerche, lo spinse a rendersi conto della essenza delle cose, dei fenomeni della natura. L'istoria dei progressi di questa scienza — il ripeterlo ancora non ci pare inutile — è l'istoria stessa della civiltà. E noi, in questi nostri tempi, ce ne rendiamo conto esatto: noi che constatiamo, come ebbe a dire uno dei più profondi nostri filosofi, come lo sviluppo veramente prodigioso delle scienze naturali formi la più grande differenza che esista fra la civiltà di quattordici o quindici secoli or sono e la nostra, fra le abitudini intellettuali d'allora e quelle di oggidì; noi che constatiamo come l'interpretazione vera della natura sia il problema più importante che noi possiamo proporci, giacchè esso soltanto possa condurci al benessere materiale, e darci una base sicura, seria, per la vita sociale, fornendoci un concetto esatto del passato ed un'anticipazione fedele dell'avvenire dell'universo.

I.

LA STORIA NATURALE NEL SECOLO XVIII.

L'eredità del secolo XVII — Le Accademie scientifiche — L'invenzione del microscopio — I microscopisti del secolo XVII e i progressi della biologia — La mineralogia e la geologia — I naturalisti viaggiatori — Musei, collezioni, giardini zoologici e botanici — L' opera di Linneo — L' opera di Buffon — L'opera dei De Jussieu — Il periodo della sistematica — Il metodo naturale — Progressi della anatomia e della fisiologia — Progressi della mineralogia e della geologia — Pallas, Hauy, De Saussure, Laplace — Le riviste periodiche di storia naturale.

Il secolo XVII fu per la storia naturale il secolo dell'adolescenza: una adolescenza rigogliosa alla quale erano stati maestri Galileo ed Harvey, Gessner e Aldrovandi, Descartes e Newton, Redi e Swammerdam, Ray e Liebnitz; il secolo XVIII ne fu la giovinezza forte e balda.

Nel secolo XVIII, infatti, non solamente tutti i rami della scienza della natura si svilupparono toccando un alto grado di perfezionamento, ma di molte appena in germe si ebbe un incremento notevole, e d'altre apparvero i germi.

Nel secolo precedente due avvenimenti importantissimi s'erano compiuti: la fondazione delle Accademie scientifiche, e la invenzione del microscopio.

Prima era apparsa già nel 1603 l'*Accademia dei Lincei* a Roma, per opera del principe Federico Cesi; poi erano sorte, durante il regno tanto agitato di Carlo I, per opera di Roberto Boyle la *Società Reale di Londra*, nel 1651 per opera degli allievi di Galileo l'*Accademia del Cimento*, poi la *Società dei curiosi della natura* per iniziativa di Bausch, medico di Schweinfurt, e finalmente, durante il ministero di Colbert, l'*Accademia delle Scienze* a Parigi. E queste società raggiunsero tutte, quale più, quale meno, lo scopo di dare, mercè il metodo sperimentale, un più forte impulso al progresso delle scienze.

L'invenzione del vero microscopio, del microscopio composto, giacchè le lenti erano già note, risale ai primi anni del secolo XVII, e coincide quasi con la invenzione del telescopio.

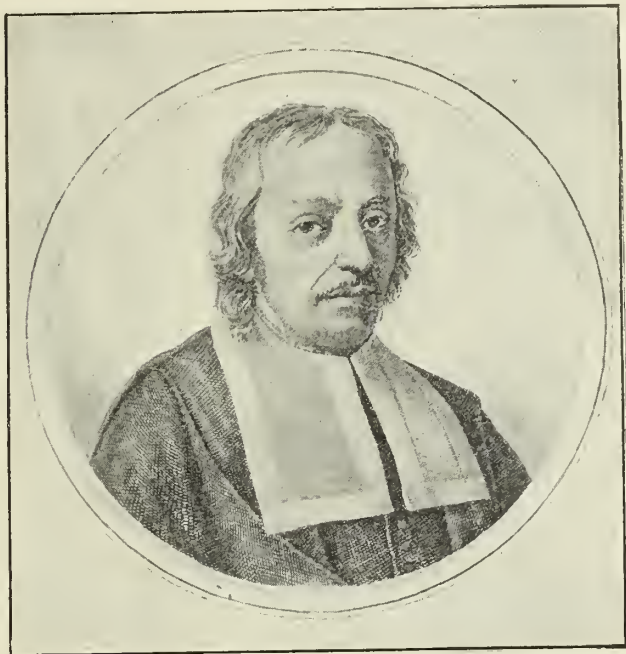
Il nome dell'inventore è ignoto. Francesco Fontana, medico e astronomo napoletano, in una sua opera pubblicata nel 1646, col titolo « Nuove osservazioni di cose terrestri e celesti, e probabilmente sino ad ora non divulgate mercè tente (*specillis*) da lui inventate e condotte a somma perfezione », pretende d'aver inventato nel 1606 il telescopio, e nel 1618 il microscopio; ma non pare che tali

affermazioni abbiano seria base. Neppure si sa bene quel che ci sia di vero nell'affermazione d'altri, che attribuiscono l'invenzione del microscopio ad un Zaccaria Jansen, olandese, o ad altro olandese, Cornelio Drebbel. Certo è che Francesco Stelluti da Fabriano, membro dell'Accademia dei Lincei, pubblicò per primo, nel 1625, a Roma, alcune osservazioni microscopiche di storia naturale, occupandosi delle differenti parti del corpo dell' ape; ma il microscopio divenne lo strumento indispensabile del naturalista soltanto dopo il sapiente uso che ne fecero Redi, Malpighi, Grew e Leuwenhœck, e rese veri e grandi servigi alla scienza sopratutto dopo che Dalland nel 1757 riuscì a fabbricare le lenti acromatiche.

Marcello Malpighi, di Crevalcuore nel Bolognese, professore d' anatomia a Bologna ed a Pisa, poi medico di papa Innocenzo XII, ch' egli aveva conosciuto cardinal legato a Bologna, fu tra i primi ad applicare il microscopio allo studio degli organi interni degli animali. L'anatomia degli insetti e dell'embrione degli uccelli fu rivelata da lui; e per opera sua e dell'inglese Grew ebbero incremento grandissimo l'anatomia e la fisiologia vegetale. Nelle mani di Francesco Redi il microscopio servì a confutare la dottrina della generazione spontanea, e a rivelare il modo col quale si riproducono i vermi intestinali e gli insetti. Antonio von Leuwenhœck, di Delft, un commesso che abbandonò il commercio per la scienza, fu esso pure tra i primi e più abili microscopisti. Non ebbe maestri, ed egli stesso si fabbricò i suoi microscopi, attraverso ai quali potè far vedere un giorno a Pietro il Grande i movimenti del sangue nella coda d'una anguilla, e mercè i quali, confermata la scoperta di Harvey della circolazione del sangue, potè studiarne e descriverne i globuli, e scoprire i fenomeni della vita latente nei rotiferi, confermati poi dallo Spallanzani.

Marcello Malpighi.

Per opera di questi e d'altri, la zoologia e la botanica già accennavano a notevolissimi progressi; ma la mineralogia era ancora nella sua infanzia, e la geologia, si può dire, non esisteva ancora.

Le ipotesi intorno alla formazione della terra, dei teologi inglesi Burnet e Whiston, fondate unicamente sui libri sacri, i sogni del letterato francese Maillet, sono privi d'ogni valore scientifico. Leibnitz per altro, sino dalla fine del secolo XVII, nel suo « *Protogœa* », fondandosi sopratutto sulle osservazioni di Stenone, l'anatomo e fisiologo danese sepolto in Firenze, e da molti tenuto nel conto di fondatore della geologia, aveva affermato che la terra era

stata dapprima incandescente, poi, a poco a poco solidificatasi pel raffreddamento, si coprì di mari prodotti dalla condensazione dei vapori acquei svoltisi durante il precedente periodo, e s'era anche occupato della genesi delle montagne, delle sorgenti termali, dei filoni metalliferi. Quasi contemporaneamente l'inglese Roberto Hooke, un altro di quei grandi pei quali volere fu potere, e che povero, contrafatto, malfermo in salute, studiò come scolaro servente in un collegio di Oxford, constatava che i fossili provengono da animali diversi dai viventi ed analoghi, nelle nostre regioni, a quelli che ora vivono nelle regioni più calde, supponendo, a spiegare la mutazione di clima indicata da tal fatto, un mutamento nella inclinazione dell'asse terrestre.

Rotifero.

Frattanto valenti naturalisti avevano corso la terra e offerto ai microscopisti, agli studiosi della natura, nuovo materiale d'osservazione e di studio. Rheede aveva esplorato le coste del Malabar e dell'India, Rumph le Molucche e Amboine, Koempfer il Giappone, Hermann Ceylan e il capo di Buona Speranza, Plumier l'America, Seba le Indie, donde aveva riportato una collezione superiore a quelle di tutti i musei d'Europa, Ray e Tournefort l'Europa e l'Oriente. Nel secolo XVIII altri viaggiatori, valenti naturalisti, misero in luce regioni poco note o ignote. Fra i tanti basti ricordare Giovanni Anderson, borgomastro d'Amburgo, al quale si dovettero le prime notizie dal punto di vista della storia naturale intorno all'Islanda, alla Groenlandia, allo Spitzberg ed allo stretto di Davis, e la constatazione d'un fatto biologico importantissimo: l'analogia cioè di molte specie animali e vegetali, viventi nell'estremo nord, con altre viventi sulle cime coperte di neve dell'alte montagne nelle regioni temperate o calde. Nel 1733 una spedizione scientifica, della quale facevano parte il botanico Gmlin e lo zoologo Steller, partiva alla volta della Siberia, e vi rimaneva quasi dieci anni; dal 1768 al 1774 una nuova esplorazione scientifica, guidata dal tedesco Pallas, già noto come valente zoologo, illustrava quella immensa regione nel modo più completo. Pochi anni prima, verso la metà del secolo, il Kracheninnikow compiva la prima esplorazione scientifica del Kamtschatka, Adanson visitava il Senegal ed arricchiva di nuove preziose conquiste la storia naturale, all'incremento della quale contribuivano d'altra parte Pietro Kolbe esplorando il Capo di Buona Speranza, lo svedese Andrea Sparrman visitando quelle stesse ed altre regioni dell'Africa Australe, Sonnerat l'India, la Cina e le Molucche, Shaw l'Africa settentrionale, Olivier l'Asia minore e la Persia, Cook la Nuova Olanda, della quale fece conoscere i monotremi, i mammiferi a cloaca come gli uccelli, dei quali hanno pure il becco, sino a quel tempo sconosciuti, vale a dire l'ornitorinco e l'echidna, il caratteristico canguro e il casoaro senz'elmo

Ornitorinco

Degni di menzione fra gli infiniti altri, il Poivre che introdusse nelle colonie francesi dell'isole di Francia e di Borbone la cultura delle piante da spezie, il Commerson, autore d'un pregevole trattato d' ittiologia, che dal suo viaggio intorno al mondo portò ricche collezioni, il Dombey, l'illustratore del Perù, il La Billardière, cui si deve la introduzione in Francia di molte piante, fra le quali il *phormium tenax* o lino della Nuova Zelanda, il Sonnini, Patrik Browne, Ignazio Molina, il Niebuhr, Alessandro e Patrizio Roussel.

Naturalmente tutti questi viaggi apportarono nuovo materiale alla storia naturale: e il nuovo materiale servì ad aumentare le collezioni già esistenti, ed a crearne di nuove. L'uso dell'alcool come mezzo di conservazione degli esemplari zoologici, al principio del secolo XVIII, costituì un notevole progresso. Sino allora avevano servito i vecchi metodi : essiccazione, insufflazione, e simili. Pietro il Grande volle fondare a Pietroburgo nuovi musei oltre quelli dell'Accademia; le collezioni delle società di Parigi e di Londra crebbero notevolmente, si formarono in Francia e nell'Inghilterra superbe collezioni private, come quelle di Olaüs Wormius e di Jean Slone. In Germania le collezioni rimasero per maggior tempo semplicemente musei di curiosità: una delle più antiche, quella di Vienna, non fu altra cosa sino al tempo di Francesco I. La prima collezione sorta in Germania a scopo d' insegnamento fu il museo dei Gesuiti, fondato nel 1622, quando Ferdinando II affidò appunto ai Gesuiti l' Università. Anche le collezioni del Collegio Romano, delle quali Filippo Bonanni pubblicò nel 1773 una descrizione, sono dovute all'ordine dei Gesuiti. Quanto ai giardini zoologici, alle accolte di animali viventi, fra le più antiche son degne di menzione quella di Vienna, della quale Fitzinger pubblicò recentemente l'istoria, e quella di Carlo II in Inghilterra. Ma dai ricchi materiali che contenevano, per molto tempo non trasse la scienza alcun vantaggio. A Parigi, al contrario, nel giardino zoologico fondato da Luigi XIV, tutti gli animali che morivano, servivano alle ricerche dei dotti.

Echidna.

Gli orti botanici erano già fiorenti. Nel 1560, secondo Gessner, c'erano più di cinquanta orti botanici in Italia, ed altrettanti ne vantavano insieme la Francia, la Svizzera, i Paesi Bassi.

Il più antico orto botanico, creato in parte almeno col concorso d'uno Stato, fu quello istituito nel 1533 dal veneziano Gualtiero in terreno concesso dalla Repubblica di Venezia. Nel secolo XVIII sorsero gli orti botanici di Parma, di Chelsea, di Kew, di Hales, di Goettingue, di Schoenbrunn, di Pietroburgo. . .

La serie dei grandi naturalisti del secolo XVIII si apre cronologicamente con Réaumur, il fisico e naturalista che, a ventiquattro anni appena, l'Accademia delle Scienze di Parigi accoglieva fra i suoi membri, e del quale le « memorie per servire alla storia degli insetti » sono considerate anche oggidì come un modello d'osservazioni acute ed esatte.

Contemporaneo suo fu Carlo Linneo. Egli era nato a Roeshult, un piccolo villaggio della Svezia meridionale, il 2 maggio 1707, da un pastore protestante, che voleva farne un pastore come lui. Ma i suoi maestri lo giudicarono assolutamente incapace di ricevere una istruzione qualsiasi. Dal collegio dove il padre l'aveva messo finì con lo scappare, e s'acconciò presso un ciabattino. Il giovinetto però era tutt'altro di quello che era giudicato. Egli preferiva semplicemente ai classici latini e greci, le opere di botanica che Tournefort aveva pubblicato pochi anni prima, e non si lagnava della sua condizione, poichè essa gli consentiva la domenica d'andarsene pei campi e pei boschi a raccogliere, a studiare, a classificare le piante dilette. Fu una domenica appunto che un brav' uomo, il dottor Rothmann, lo sorprese seduto sulla riva d'un ruscello, intento alla sua occupazione favorita, e interrogatolo scoprì che il piccolo ciabattino ne sapeva, di botanica, più di lui, e indovinò quello che avrebbe potuto diventare. Grazie alla protezione del buon dottore il giovanetto potè pochi anni appresso entrare nella Università di Lund prima, poi, dopo una malattia che interruppe i suoi studi, in quella di Upsala, sovvenuto di poco danaro dai suoi: il quale come venne alla fine, solo la protezione d'un altro valentuomo, il teologo Olao Celsio, gli permise di vivere...

Una famiglia di Canguri.

Fu mentre lavorava con questi ad una specie di repertorio delle piante delle quali è discorso nella Bibbia, che Linneo ebbe la prima idea d'una classificazione fondata sugli organi florali, e ne fece argomento d'una memoria che presentò al botanico Rudbech, il quale l'incoraggiò a continuare. La pubblicazione di quella memoria valse ad attirare su lui l'attenzione della Accademia delle Scienze di Upsala, che deliberò d'invitarlo a compiere un viaggio scientifico in Lapponia.

Linneo aveva allora ventiquattro anni. La *Flora Laponica*, che pubblicò al suo ritorno, rivelò l'altissimo suo valore. Ma la gloria, che già gli arrideva, gli suscitò intorno molti nemici, sicchè lasciò la patria e viaggiò la Danimarca, la Germania, l'Olanda, sino a che Giorgio Cliffort, il ricchissimo commerciante olandese, del quale i giardini erano tenuti nel conto dei più belli e più ricchi del tempo, glie ne offrì la direzione. Fu allora che Linneo

potè lavorare e pubblicare le principali sue opere, il « Sistema della natura », i « Generi delle piante », gli « Elementi di botanica », la « Filosofia botanica », la « Descrizione dei giardini di Cliffort ». Quando finalmente ritornò in patria, la sua fama era già sì grande, che nessuno osò più di attaccarlo, ed ebbe onori, uffici, richezze. Poco dopo, nel 1740, compiva uno de' suoi voti più cari, e sposava la donna che egli amava già da tempo, e che gli aveva promesso di aspettarlo...

Per trentasette anni, da allora, egli insegnò botanica nella Università di Upsala, e morì, dolcemente spegnendosi, fra le braccia della moglie e dei figlioli, più che settuagenario.

Lo stesso re Gustavo II volle pronunciare il suo elogio funebre, e rendere omaggio allo scienziato illustre, che aveva dimostrato come genio e perseveranza possano vincere ogni ostacolo, che aveva dato tanto incremento alle scienze, che aveva aperto la via della vita a tanti giovani poveri, ma pieni d'ingegno e di buona volontà, e che tutto il mondo pianse.

L'impronta lasciata da Linneo nella storia naturale, è di quelle che non si cancellano. La zoologia, la botanica, la mineralogia, ebbero tutte da lui largo sussidio di fatti e di idee.

Nel suo « Sistema della natura », che ebbe infinite edizioni, e fu pubblicato tradotto in tutte le lingue del mondo, egli introdusse per primo nella classificazione dei minerali l'importante considerazione della forma cristallina; fondò una classificazione dei vegetali, sistematica, artificiale, com'egli stesso riconobbe, ma sì facile e piana, che anche oggi, dopo un secolo e mezzo, rende preziosi servigi alla scienza; rifece il linguaggio scientifico, inventò la nomenclatura binomia, che tuttora vige ed è tanto utile, comprese il metodo naturale, fondò su esso la sua classificazione degli animali, e preparò la via a Jussieu, a Cuvier, a quanti vennero poi.

Casoaro con l'elmo.

Lo stesso anno nel quale nasceva Linneo, nasceva, a Montbard, Giorgio Leclerc, più noto sotto il nome ch'egli prese poi da una delle sue terre, Buffon, e della quale fu creato conte.

Giorgio Buffon fu il poeta della storia naturale, come Carlo Linneo ne fu il legislatore.

Di famiglia ricca, giovane ancora viaggiò per due anni. A Londra, per imparare l'inglese, si diede a tradurre la « Statica dei vegetali » di Hales, ed un trattato di Newton.

Pianta di caffè.

Quei due libri gli rivelarono le sue attitudini e lo volsero agli studi scientifici. Alcune opere di fisica e di economia rurale gli aprirono a trentadue anni le porte dell' Accademia delle Scienze di Parigi. Poco tempo dopo Dufay, che aveva restituito il « Giardino Reale delle piante medicinali » al suo scopo primitivo, togliendolo ai medici del Re, che ne avevano fatto un mercato, morendo lo additò come proprio successore: e nello stesso anno 1739 Buffon gli succedeva infatti quale intendente del « Giardino del Re ».

Giorgio Buffon non era punto un naturalista. La via che gli si apriva era nuovissima per lui, che s' era occupato sopratutto di matematica, e che era stato ricevuto membro dell'Accademia nella qualità di geometra. Ma egli non esitò, e cominciò subito col concepire una grande idea.

Il giardino del Re non era che un orto botanico. Egli volle farne il tempio della natura.

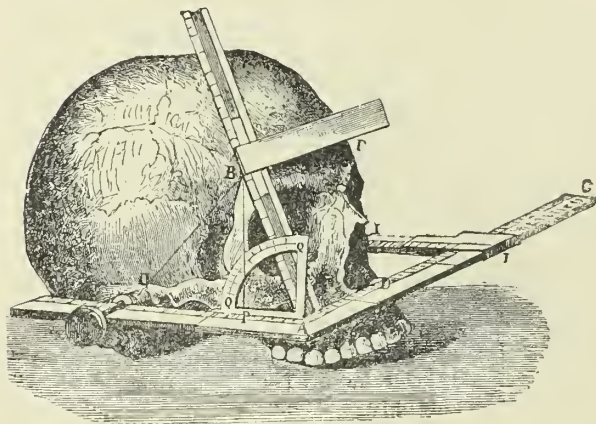
Naturalisti, medici, viaggiatori, sovrani, furono da lui pregati perchè lo aiutassero nel suo scopo: non solo; egli inviò persino a proprie spese viaggiatori naturalisti nelle più lontane regioni della terra, e fondò il Museo di Storia naturale. Poi si associò Daubenton, un medico che doveva diventare un grande anatomista, e dopo dieci anni di preparazione e di studi pubblicò, col suo aiuto per l'anatomia e la fisiologia, i volumi della « Storia naturale » che dovevano renderlo celebre.

La sua « Teoria della terra », nella sua stessa stranezza, è una prova evidente del suo genio, una audacia maravigliosa di concezioni, che ebbe un successo prodigioso. Egli affermava che una cometa urtando il sole ne aveva fatto uscire uno zampillo di materia incandescente, le di cui parti consolidate dal freddo avevano dato origine ai pianeti: calcolava il tempo che doveva esser stato necessario perchè la superficie della terra avesse potuto diventare abitabile, si rendeva conto della formazione dei monti e dei mari... Più tardi vennero le sue « Epoche della natura », un' altra opera degna del suo genio, un maraviglioso romanzo della vita sulla terra, nel quale modificò alcune delle sue vecchie idee, abbandonò l'ipotesi che le montagne

avessero avuto origine dalla azione delle acque, per abbracciar quella dell'origine dal fuoco centrale; proclamò la mutabilità delle specie, mentre prima ne aveva sostenuto la fissità; osò interrogare la terra nelle sue profondità per strapparle il segreto della sua storia. Con la « Storia dell'uomo », come con la « Storia degli animali », con un linguaggio nuovo, scintillante di concetti, inimitabile per la forma, dipinse con colori vivi, smaglianti, l'uomo e gli altri animali, la loro vita, i loro costumi, inalzando a sè stesso un monumento imperituro. Sostenne l'unità della specie umana, attribuì all'ambiente le modificazioni offerte dalle varie razze, stabilì le leggi della distribuzione geografica degli animali. Nella « Storia degli uccelli » ebbe un nuovo collaboratore: Montbelliard. Qualcuno gli aveva detto che avrebbe avuto più lettori eliminando dai suoi volumi l'anatomia: ed egli senza esitare diede di frego alle bellissime pagine nelle quali Daubenton primo aveva comparato le parti del corpo umano con quelle degli altri animali, dando a tutte le parti corrispondenti l'istesso nome, e ripubblicò l'opera sua riducendola da quindici a tredici piccoli volumi. Naturalmente Daubenton se n'era adontato, e l'aveva abbandonato. Nella « Storia degli uccelli » Buffon, il nemico implacabile di Linneo, — qualcuno lo disse invidioso della gloria di Linneo, e qualcuno anche vergognoso della sua relativa ignoranza in fatto d'anatomia e di fisiologia animale e vegetale, — il nemico delle classificazioni, che aveva affermato non esistere in natura che gli individui, tutto il resto, specie, generi, ordini, classi, essere sogni, frutto della immaginazione, violenza contro la natura, finì col riconoscere la necessità del metodo, e col classificare. . .

Buffon deve il suo grande successo al modo col quale seppe presentare i fatti della storia naturale. Nelle sue descrizioni assume volontieri un tono pieno di colore, una forma lirica, che non stanca il lettore. Sopratutto egli si sforza di mettere in luce l'armonia che esiste fra i differenti fenomeni della natura. Disgraziatamente le sue attraenti descrizioni degli animali non hanno troppo spesso altra base che le sue letture prodigiosamente numerose, solo in minima parte le sue osservazioni personali. Il successo che i suoi scritti ottennero, spiega la risurrezione d'una quantità di vecchie fole, che ripresero credito solo perchè presentate con la sanzione della sua autorità. Ma,

grazie al buon uso che seppe fare dei materiali raccolti nel « Giardino del Re », giunse a giudicare più esattamente certe specie la di cui posizione sistematica fu assicurata quasi contro la sua volontà.

Buffon non curò che pochissimo la botanica; ma essa aveva già, oltre che Linneo nella Svezia, un grande e appassionato cultore in Francia: Bernardo De Jussieu.

Misura dell'angolo facciale.

Una famiglia di botanici illustri, questa dei De Jussieu. Un fratello maggiore, Antonio, aveva sostituito nel 1709 Tournefort nella cattedra di botanica, aveva pubblicato alcune dotte memorie sulle flore della Normandia e della Bretagna, della Spagna, e del Portogallo, e nel 1720 aveva affidato al cavalier Declieux, insegna di vascello, perchè la portasse con sè in America, la pianticina di caffè, che Declieux, venuta meno a bordo l'acqua potabile, potè salvare solo dividendo con essa la sua scarsa razione, e dalla quale poi derivarono tutte le attuali piantagioni di caffè delle Antille...

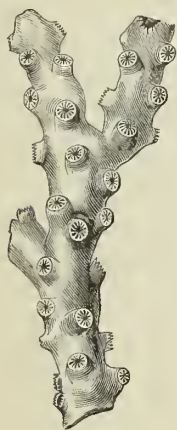
Bernardo De Jussieu, che, giovanissimo, quasi un fanciullo, aveva accompagnato il fratello Antonio nella Spagna e nel Portogallo, ed era ugualmente appassionato per la botanica, avrebbe dovuto succedergli nella carica. Ma alte protezioni l'accordarono ad altri, ed egli, modesto quanto valente, si contentò per tutta la vita del suo posto di dimostratore di botanica nel Giardino del Re. Incaricato dal re Luigi XIV, nel 1759, d'impiantare un giardino nel parco di Trianon, presso Versailles, realizzò in quell'impianto un ordinamento naturale, intorno al quale però nulla pubblicò. Nel 1763 il botanico Michele Adanson, già ricordato fra i naturalisti viaggiatori, allievo di Bernardo De Jussieu, pubblicò sotto il titolo « Famiglie delle piante » un'opera di classificazione la quale si può considerare cronologicamente come la prima che fosse consacrata al metodo naturale; ma essa non fu forse che una derivazione delle lezioni del De Jussieu, e fors'anche una semplice illustrazione del metodo da questi praticato nell'ordinamento del parco di Trianon. La prima classificazione veramente naturale è dovuta ad un altro dei De Jussieu, ad Anton Lorenzo, nipote a Bernardo De Jussieu, che la pubblicò nel 1789 col titolo « Generi delle piante disposti secondo gli ordini naturali ».

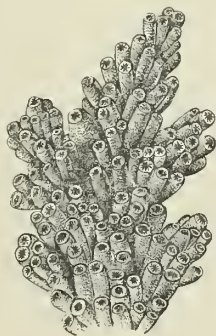
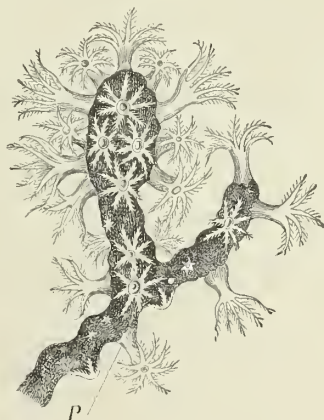
Il metodo di Anton Lorenzo De Jussieu è fondato sulla così detta subordinazione dei caratteri; vale a dire che egli, pur ammettendo che tutti gli organi delle piante debbono essere presi in considerazione, non credeva avessero tutti ugual valore. Inoltre la maggiore o minor costanza di questi caratteri stabiliva fra essi, agli occhi suoi, una specie di gradazione, sicchè un solo carattere costante equivaleva a parecchi caratteri variabili, o anche li superava in valore. Basandosi su tali principî, egli formò cento ordini natu-

rali, o famiglie, comprendenti mille e settecento cinquantaquattro generi, per ciascuna delle quali indicò i caratteri che la distinguevano ed i generi che comprendeva, determinando pure i caratteri dei generi.

Cuvier disse l'opera di Anton Lorenzo De Jussieu un libro maraviglioso, che per le scienze d'osservazione fa epoca, come la chimica di Lavoisier per le scienze sperimentali.

Anton Lorenzo De Jussieu nel 1793, quando, dopo la rivoluzione, fu riorganizzato il Giardino del Re sotto il nome di « Museo di Storia Naturale », fu compreso fra i titolari delle nuove cattedre, e l'anno seguente ne fu nominato direttore. Una delle sue prime cure fu di fondare al Museo una biblioteca consacrata specialmente alle scienze naturali, grazie ai libri che avevano appartenuto agli ordini religiosi soppressi. Nominato membro dell'Istituto di Francia sino dalla sua creazione, ne fu il presidente.

Notevoli progressi, intanto, furono raggiunti nell anatomia e nella fisiologia degli animali e delle piante. Duhamel studiò la circolazione delle linfe nelle piante, Bonnet e De Saussure fecero importanti esperienze intorno alle esalazioni delle foglie, Priestley scoprì il fenomeno dello sprigionamento dell'ossigeno dalle parti verdi delle piante sotto l'azione della luce. Somma fama aveva già acquistato Alberto de Haller sopratutto per le sue ricerche intorno alla così detta irritabilità halleriana o contrattilità dei muscoli ed alla sensibilità, funzioni che egli per primo separò nettamente, affermando la contrattilità propria dei muscoli, la sensibilità dei nervi. Continuatore dell'opera di Haller, che fu anche un dotto botanico, fu Pietro Camper di Leida, al quale debbonsi la scoperta delle ossa pneumatizzate o piene d'aria, anzi che di mi-

Polipai.

Ramo di Oculina speciosa. — Madrepora verrucosa. — Ramo di Corallium rubrum.

dolla, degli uccelli, il primo confronto che mai sia stato ideato fra gli scheletri degli animali fossili e quelli dei congeneri viventi, la constatazione di alquante specie scomparse, molte scoperte anatomiche e fisiologiche riferentisi ad animali viventi. Ma egli si rese celebre sopratutto pel fatto che, misurando crani umani di diverse razze, s'accorse che la fronte diventava più sfuggente e la mascella più prominente a mano a mano che dalla razza bianca si passava alla gialla, alla rossa, alla nera, ed imaginò il suo fa-

moso *angolo facciale*, fatto di due linee, l'una che dal punto più saliente della fronte discende alla radice dei denti incisivi, l'altra orizzontale, che parte da questa e va al meato uditivo. Camper aveva constatato che l'angolo così formato è più aperto nelle razze a fronte più saliente ed a mascella meno prominente, più chiuso a misura che tali caratteri diminuiscono nell'uomo e

Torpedine elettrica.

negli altri mammiferi. Misurò così molti crani, e ottenne una media di 80 gradi per la razza bianca, di 75 per la mongola, di 70 per la nera, di 65 per l'orang-utang giovane, di 40 per l'orang-utang adulto. Camper dalle sue osservazioni concluse che tale misura coincide con lo sviluppo del cervello, e quindi della intelligenza, almeno nell'uomo e nelle scimmie. Anche a Vicq-D'Azyr di Valognes si debbono molte e notevoli opere di anatomia generale e di anatomia comparata: principalissima una memoria sulle « Analogie fra i membri inferiori e superiori nell'uomo e negli animali », un trattato completo di « Anatomia del cervello », che non esisteva ancora, molti scritti di anatomia comparata delle scimmie, degli uccelli, dei pesci.

Fondatore però della odierna fisiologia sperimentale può considerarsi un italiano, Lazzaro Spallanzani, di Scandiano nel Modenese, del quale nel 1899 fu celebrato il primo centenario dalla morte. Professore di filosofia e di letteratura greca a Reggio dapprima, datosi poi alla storia naturale, fu sino alla morte professore di storia naturale a Pavia. Le sue « Ricerche sulla digestione e sulla generazione degli animali » lo rivelarono come un grande sperimentatore. A lui si deve il principio della teoria della fecondazione, come ad un suo contemporaneo, Wolff di Berlino, devesi la fondazione della storia moderna dello sviluppo degli animali. Le sue « Osservazioni microscopiche », i suoi « Viaggi in Sicilia e negli Appennini », hanno grandissima importanza. E non bisogna tacere l'entusiasmo che lo guidò sempre nelle sue ricerche, ne' suoi studi: entusiasmo che lo spinse sino ad esperienze fisiologiche non prive di pericolo su se stesso, e che, sessuagenario, lo

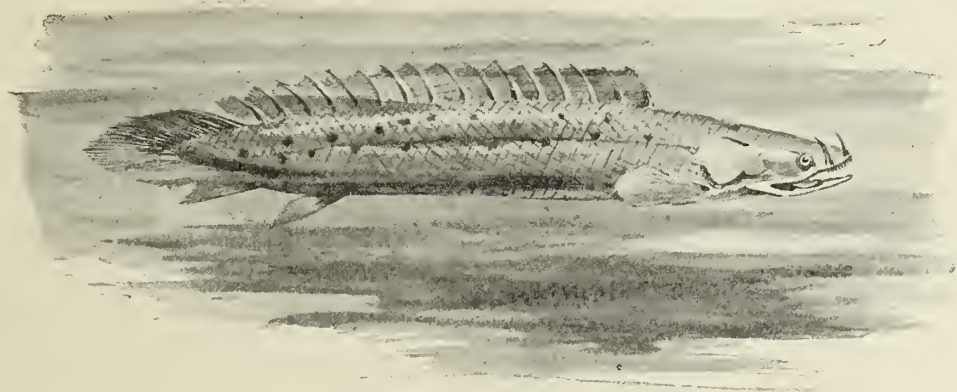
condusse sui crateri dello Stromboli e del Vesuvio in eruzione, giacchè si occupò anche di geologia e principalmente dei fenomeni vulcanici.

Anatomista, fisiologo, zoologo di grande fama, fu anche il Blumenbach di Gotha, al quale si deve la classificazione della specie umana nelle cinque razze, un « Manuale di storia naturale » nel quale per la prima volta accanto alla scimmia si colloca l'uomo col nome di bimane, ed è data la prima descrizione scientifica dell'ornitorinco.

Fra i sistematici occorre ricordare il Brisson, che ordinò gli uccelli tenendo conto della forma del becco e dei piedi, e del numero e del modo d'unione delle dita; l'austriaco Laurenti, che s'occupò dei rettili; Artedi, l'amico di Linneo; il Bloch, ictiologo valente.

Biologo insigne fu Carlo Bonnet. Egli a diciott'anni scopriva il fenomeno della partenogenesi o riproduzione senza fecondazione. Autore di numerose scoperte nel campo della fisiologia vegetale, inventore della celebre ipotesi della preesistenza dei germi, che ebbe a sostenitori Liebnitz, Malebranche, Haller, Cuvier, scrisse quelle « Contemplazioni della natura », che si possono considerare come uno dei libri meglio scritti per colpire la immaginazione, e per inspirare la passione degli studi delle meraviglie della natura.

Con Réaumur contribuirono nel secolo XVIII al progresso della entomologia il barone De Geer, svedese, l'olandese Lyonnet, il danese Muller, ed altri. La vera natura dei polipai, creduti piante marine dal Marsigli, dal Tournefort, fu rivelata nel 1727 dal Peyssoniel, confermata nel 1744 dal Trembley, poi dall'Ellis, entrambi naturalisti inglesi.

Lo sviluppo immenso della scienza della elettricità fu pur causa d'incremento notevole agli studii biologici. Già nel 1714 Réaumur, occupandosi della

Polypterus del Nilo.

torpedine, aveva paragonato il suo organo ad una molla, che scattando induce una sensazione analoga a quella che si prova toccando una campana dopo che ha suonato; Muschembroeck, non appena conobbe la scossa elettrica della bottiglia di Leida, la paragonò subito alla scossa della torpedine, e fu da allora che la torpedine, il gimnoto, il mormiro, il malapteruro, furono conosciuti col nome di « pesci elettrici ». Walsh nel 1772 dimostrò per primo che il fenomeno doveva ritenersi veramente come un fenomeno elettrico.

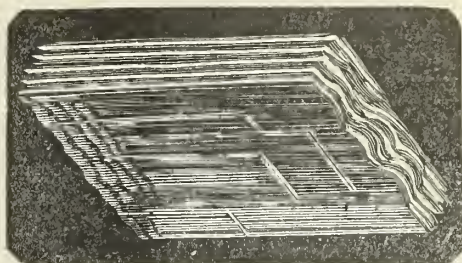
Galvani, che nella sua prima « Memoria sull'elettricità » aveva pubblicato interessanti osservazioni in proposito, sebbene indebolito dagli anni e dalla malattia, che doveva indi a poco rapirlo alla scienza, si recò nel 1797 sulle rive dell'Adriatico, e pubblicò un accuratissimo studio della torpedine che ebbe poi il suo nome. Al nostro Galvani spetta un altro merito: quello d'essere stato lo scopritore della elettricità animale. L'agitazione sollevata dalla pubblicazione del suo « Commentario » tra i fisici, i fisiologi, i medici, può paragonarsi soltanto, scrisse il Du Bois-Raymond, a quella prodotta contemporaneamente sull'orizzonte politico dalla rivoluzione francese.

Anche la geologia e la mineralogia ebbero in questo maraviglioso secolo cultori degni. Oltre a quelli che abbiamo già nominati, oltre al Vallisnieri, il primo che in Italia si sia occupato ampiamente e scientificamente di geologia, oltre a Lazzaro Moro, un altro italiano, che col Vallisnieri, col Generelli, e con altri, contribuì ad emancipare la geologia dalle pastoie bibliche, oltre a Linneo, a Buffon, dobbiamo ricordare i geologi e mineralogisti viaggiatori, che, come Guettard, il primo che corredò le sue descrizioni con carte geognostiche, colorate in modo cioè da dare un'idea della distribuzione delle rocce sotto il terreno vegetale, Pallas, Dolomieu, Limbourg, Werner, Lehmann, Fuchsel, De-Saussure, Hauy, Deluc, ecc., e fra gli italiani Arduino, Micheli, Fortis, Venturi, Breislak, Pini, Soldani, Volta, ed altri, più contribuirono in questo secolo a far progredire la geologia e la mineralogia.

Torpedine, coll'organo elettrico da Gegenbaur. A destra si vede il lato dorsale dell'organo messo a nudo; a sinistra si vedono i nervi che entrano nell'organo preparati.

Pietro Pallas, che aveva già arricchito la scienza botanica di numerose nuove specie, che s'era rivelato etnologo e filologo sagace, che nel suo « Elenco dei zoofiti » aveva posto i principi dell'anatomia zooclassica e rappresentato il sistema degli esseri organici con l'imagine d'un albero, che dalla radice produce un doppio stipite di piante e d'animali, i più semplici, che diventano poi sempre più complessi a misura che gli stipiti elevandosi divergono; Pietro Pallas, le cui relazioni di viaggi sono veramente, come disse De-Saussure, una miniera inesauribile pei mineralogisti, e che preludiò alla paleontologia di Cuvier, può essere considerato, come ebbe a considerarlo lo stesso Cuvier, qual padre della geologia, sopratutto per la sua splendida opera « Osservazioni sulla formazione delle montagne e sui mutamenti compiutisi sul nostro globo », nella quale è indicata per la prima volta la regola generale della successione dei tre ordini primitivi

di montagne — le granitiche nel mezzo, le schistose ai lati, le calcari esternamente.

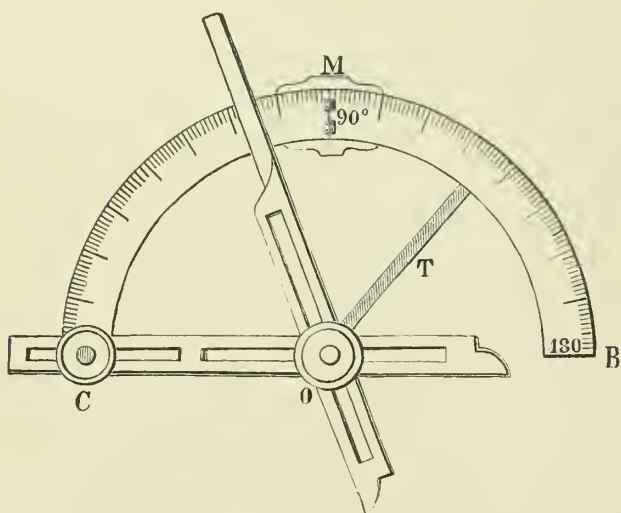
A Giovanni Arduino, di Caprino Veronese, si devono interessantissime descrizioni dell' Alpi, sopratutto del Vicentino, e dell'Appennino Toscano, la scoperta della influenza trasformatrice delle rocce, che fu poi detta metamorfismo, e il presentimento della importanza dei fossili per la cronologia stratigrafica della terra, dei fossili allo studio dei quali contribuivano singolarmente Knorr e Walch, Bruguière e Bander, Schmidel, Schœrter, e il fiorentino Alessandro Colini. Al Micheli, fiorentino anch'esso, devesi la scoperta della natura vulcanica di Monte Amiata, e dei monti di Radicofani, di Viterbo e di Bolsena; al Fortis, vicentino, la scoperta di conchiglie marine entro rocce vulcaniche; all'abate Ambrogio Soldani, di Prato Vecchio nel Casentino, una memoria sui meteoriti intitolata « Intorno ad una pioggetta di sassi », che gli valse le beffe dei suoi contemporanei e il sovranome di « abate Pioggetta », ed altre memorie interessanti intorno ai terreni ardenti, ai terremoti; al Pini, milanese, la prima spiegazione scientifica e conforme al vero, fondata cioè sulle oscillazioni del suolo, dei fori fatti dai litodomi sulle colonne del tempio a Giove Serapide, a Pozzuoli; al Breislak, romano, competitore del Pini, uno dei primi trattati di geologia che siano stati pubblicati; ad Alessandro Volta notevoli studi sulle sorgenti di gaz infiammabili; al Venturi la scoperta della causa del trasporto dei massi erratici nei ghiacciai.

Sfaldatura di un minerale (spato calcare).

Mineralogisti insieme e geologi furono il Guettard, d'Étampes, già menzionato, che si occupò specialmente della mineralogia e della geologia di Francia; l'inglese Hutton, il capo dei così detti vulcanisti, dei geologi cioè che nella formazione dei minerali e delle rocce, nella costituzione dei continenti, affermavano l'azione del fuoco centrale della terra aver avuto la maggiore importanza; Werner, il di cui opuscolo sui « Caratteri dei minerali », pubblicato quando egli aveva appena ventiquattro anni, divenne in breve classico, e che fu il capo dei nettunisti, dei geologi cioè che spiegavano la formazione delle rocce e dei continenti mercè l'azione prevalente dell'acqua; e Romè De Lisle, che nel suo « Saggio di cristallografia » stabilì il principio della costanza degli angoli nei cristalli.

Mineralogista insigne, fondatore della mineralogia moderna, fu Renato Hauy. Figliuolo ad un povero tessitore, ebbe la sorte d'essere notato per la sua intelligenza dal superiore d'un convento di frati del suo villaggio nativo, Saint-Just nell'Oise, e col suo aiuto fu avviato agli studi. Presi gli ordini sacri, insegnò in un ginnasio, a Parigi; ma le lezioni di mineralogia, alle quali assisteva qualche volta nel Giardino delle Piante, gli rivelarono la sua vera vocazione. Si diede infatti alla mineralogia con un ardore inesprimibile. Un giorno stava esaminando un grosso pezzo di spato calcare, quando l'esemplare gli cadde a terra e andò infranto. Raccogliendo i frantumi s'accorse che la frattura era avvenuta con una certa regolarità e che i frantumi si

rassomigliavano. Colpito da questo fatto, si diede tutto allo studio della geometria; poi mise a pezzi tutti gli esemplari d'una ricca collezione di minerali, ch'egli aveva messo insieme e alla quale teneva moltissimo, calcolò il valore degli angoli offerti dai frammenti e di quelli offerti dai cristalli degli stessi minerali per mezzo d'uno strumento da lui stesso creato, il goniometro, e creò una scienza nuova: la mineralogia cristallografica. La sua qualità di prete per poco non gli fu fatale. Viveva tutto solo, lontano dal mondo, ignaro della bufera che passava sulla Francia e sul mondo sulla fine del secolo XVIII. E un bel giorno fu imprigionato come sospetto. Lo salvò Geoffroy-Saint-Hilaire, proprio alla vigilia dei tristamente famosi massacri di settembre. Dopo i giorni del Terrore fu nominato conservatore del Gabinetto delle Miniere, professore di mineralogia al Museo, canonico di Nôtre Dame . . . Morì poverissimo, lasciando alla scienza il suo bel « Saggio d'una teoria sulla struttura dei cristalli » e i suoi trattati di « Mineralogia » e di « Cristallografia ».

Il Deluc, ginevrino, inventore del barometro portatile, è l'autore delle « Lettere fisiche e morali sulle montagne e sulla storia della terra e dell'uomo » e di molte altre opere, che ebbero breve rinomanza. Geologo teorico più che altro, ebbe il grosso torto di voler accordare ad ogni costo i fatti geologici coi racconti biblici, e di farli servire di sostegno alle cosmogonie religiose.

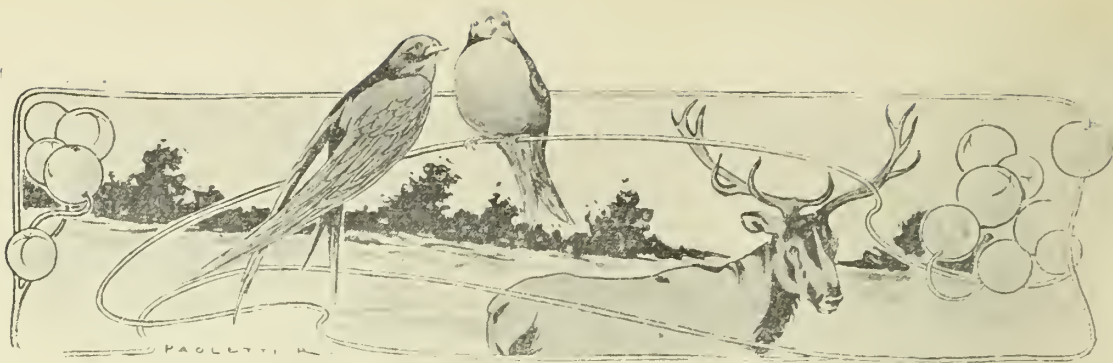
Geologo veramente grande fu invece Enrico De Saussure, un altro ginevrino, nipote a Carlo Bonnet, dal quale forse ereditò l'amore per la storia naturale. Datosi dapprima alla botanica, si consacrò poi tutto alla fisica, alla mineralogia ed alla geologia. In fisica lasciò il suo nome ad un igrometro e ad altri strumenti. Appassionato delle montagne, attraversò quattordici volte la catena intera delle Alpi per otto passaggi differenti, percorse il Giura, i Vosgi, le montagne dell'Avergnate, della Germania, dell'Inghilterra, dell' Italia. La sua memorabile salita sul Monte Bianco, di cui fissò l'altezza a 4800 metri, suggerì al nostro Alessandro Volta, allora giovinetto, l'idea di un'ode, e maturò in lui l'amore alle scienze. I suoi lavori sulla struttura dell'alte montagne, sulla funzione e sulla successione degli strati terrestri, gli meritarono il nome di grande geologo.

Goniometro di Hauy.

E fama grande ebbe anche Silvano De Dolomieu, di Dolomieu nel Delfinato. Destinato alla carriera militare, un duello fu causa ch' egli si desse alle scienze. Condannato, le letture che ebbe a fare nel carcere di libri scientifici, ne fecero un dotto. Liberato dal carcere corse col martello del geologo nella mano, con lo zaino sulle spalle, la Sicilia, la Calabria, le Alpi, i Pirenei, il

Portogallo. Nel 1796 era nominato professore nella Scuola delle Miniere a Parigi. Poco dopo si recava in Egitto. Gittato da una tempesta sulle coste del reame di Napoli, languì due anni in una prigione, nella quale con un pezzetto di legno annerito alla fiamma d'una lampada fumosa scrisse sui margini di tre volumi, che gli avean lasciato, un « Trattato di filosofia mineralogica ». Liberato dalla pace conclusa tra la Francia e il Napoletano, pochi mesi appresso moriva. Le Alpi dolomitiche ebbero il nome da lui; dalle dolomie, rocce fatte prevalentemente di carbonato di calce e di magnesia, che le costituiscono, e che ebbero tal nome in suo onore.

Pochi anni prima, e precisamente nel 1796, l'« Esposizione del sistema del mondo » di Laplace, ponendo fine alle vuote dispute sullo stato primitivo della terra, e togliendo ogni valore alle idee cosmogoniche di Buffon e di tanti altri, preparava giganteschi progressi alla geologia del secolo venturo. Secondo l'ipotesi dell'autore della « Meccanica celeste », l'atmosfera del sole si estese dapprima al di là delle orbite di tutti i pianeti formando una « nebulosa », e ritornò solo dopo un certo tempo nei limiti attuali; i pianeti si formarono nei successivi limiti di questa atmosfera, per la graduale condensazione delle zone di vapori da essa abbandonate nel piano dell'equatore, raffreddandosi; queste zone di vapori poterono col loro raffreddamento formare degli anelli liquidi o solidi intorno al nucleo centrale, anelli simili a quelli di Saturno; ma nel maggior numero dei casi si riunirono in modo da formare più sfere distinte, attirandosi l'una l'altra. La terra, nella ipotesi di Laplace, non sarebbe dunque altra cosa che il resultato della condensazione d'una massa originalmente gazosa, e la luna sarebbe stata formata dall'atmosfera della terra, come i pianeti da quella del sole.

Degno di nota è il fatto che sulla fine del secolo XVIII cominciarono ad essere pubblicate le prime riviste periodiche di storia naturale, assai più adatte a volgarizzare le comunicazioni degli scienziati, di quel che non fossero i resoconti delle Accademie scientifiche. E il merito ne spetta alla Germania, la quale alla fine del secolo XVIII ne contava circa venti. Fu per esse che si comprese meglio quello che mancava ancora, che si diffusero e si volgarizzarono le conquiste della scienza, e si fece sempre più vivo l'amore per la storia naturale: tanto da moltiplicare il numero de' suoi cultori in questo secolo XIX, che merita davvero il suo nome di « secolo della storia naturale »: in questo secolo, che celebrò l'unione sincera e completa della scienza e della vita, dandoci la forza d'una fede infinita nei destini più nobili e più belli della umanità: in questo secolo, che, nel ciclo nuvoloso e sanguinante dell'istoria e delle tradizioni umane, starà come un punto più luminoso e scintillante dei secoli più celebri, dei secoli di Pericle, di Cesare Augusto, e del Rinascimento italiano.

II.

LA STORIA NATURALE NEL SECOLO XIX.

La zoologia generale. — L'anatomia comparata e la fisiologia al principio del secolo XIX. — La filosofia naturale di Schelling e di Oken. — Schubert, Burdach e Carus. — Goethe e l'opera sua scientifica. — Le due rivoluzioni. — Kielmeyer. — Geoffroy de Saint-Hilaire. — Giorgio Cuvier — Progressi dell'anatomia comparata. — La morfologia animale. — Nuove ricerche, nuove scoperte, nuove teorie. — Incremento delle cognizioni zoologiche grazie ai viaggi. — La tassinomia. — La storia della zoologia.

Alla fine del secolo XVIII quella che ora si chiamerebbe la zoologia generale era limitata a poche e mal sicure nozioni: una teoria scientifica dell'organizzazione animale mancava: solo consentivano la speranza ch' essa dovesse essere fra breve tempo formulata le descrizioni sempre più numerose e precise, che gli zoologi andavano tracciando degli animali, la nomenclatura, che andava sempre più progredendo sicura ed eliminando gli equivoci, e, sopratutto, la convinzione, omai generalizzata, che in zoologia non si potevano acquistare cognizioni vere se non per le vie già adottate per l'altre scienze naturali. Fu infatti il metodo ad additare alla zoologia la sua migliore finalità: la scienza cioè delle leggi dell'organizzazione animale. Lo spirito umano affermava così ancora una volta la sua tendenza a cercar conclusioni alle sue ricerche.

I primi lavori d'anatomia comparata fatti in quest'epoca recano tracce evidenti d'influenze anteriori. L'idea d'un piano unico e generale, emessa già da Bonnet e da Buffon, non fu riconosciuta da alcuni scienziati, preoccupati sopratutto dei fatti, se non come ammissibile solo nelle funzioni; ma Geoffroy e Gœthe l'estesero anche alla forma, dando così notevole incremento al metodo comparato, mentre la descrizione di molti tipi appartenenti al regno animale gettava nuova luce su tutti i fatti zoologici, le ricerche fisiologiche davano nuovo impulso alla anatomia comparata, che sviluppandosi sempre più conduceva alla conoscenza dei corpi degli animali nella costituzione dei loro elementi simili, e la dimostrazione di comuni rapporti fra gli organi isolati contribuiva alla scoperta di molte ed importanti verità morfologiche.

Già precedentemente, e più volte, s'era imposta la necessità di ricerche fisiologiche pei diversi rami del grande albero delle scienze naturali, poichè non si credette sempre alla esistenza di verità generali necessarie, e per molto

tempo i filosofi per spiegare la natura vivente s'eran contentati di dire che essa emanava direttamente dal creatore. Ma più s'allargava il quadro nel quale spiegazioni fisiche rendevano intelligibili i fenomeni del mondo organico, e più si sentiva da un lato la tendenza a ricondurre la vita e i suoi fenomeni nel dominio delle forze e delle leggi della natura inorganica, mentre dall'altro s'affermava la tendenza a sottoporre questo dominio all'impero della metafisica. Così Schelling poteva benissimo imporsi lo scopo di rappresentare come un tutto organico l'intero sistema della natura, dalla legge della gravità all'istinto formativo degli organismi. Ma perchè Schelling avesse potuto riuscire nella difficile impresa sarebbe stato necessario anzi tutto ch'egli avesse conosciuto in modo perfetto tutti i fenomeni della natura.... E anche oggidì molti di essi s'ignorano. Sicchè una filosofia naturale, come l'aveva concepita Schelling, era cosa ben prematura pel tempo suo, come del resto sarebbe ancora al tempo nostro.

Nè molto differente fu la filosofia naturale di Oken, che rinnovò in qualche modo, per quanto sotto altra forma, l'antica questione del panteismo.

Lorenzo Oken, nato a Bohlsbach nel 1779, laureato a Göttingen, professore di medicina a Jena dal 1807 al 1812, sino a che implicato nell'affare della festa politica della Wartbourg, e accusato di demagogia, perdette la cattedra, poi professore a Munich e a Zurigo, dove morì nel 1851, fu infatti uno dei più vivaci propagatori di quella filosofia della natura, che destò a tanto rumore tutto il mondo de' dotti, e sopratutto la Germania, al principio del secolo nostro. Posto il nulla come punto di partenza d'ogni elemento materiale, si tratta, diceva Oken, di mettere in luce la formazione degli esseri che occupano lo spazio, di mostrare come l'irraggiamento d'una infinità di forme differenti, il di cui tipo s'imprime nel regno organico come nell'inorganico, arriva nell'uomo alla sua più alta potenza. Oken considerò il nulla come l'assoluto, e l' eterno come Dio. Per lui esistono soltanto il nulla e l'assoluto. Ma il nulla rimane eternamente nulla. Ed egli per filosofare sulla natura aveva pur bisogno della natura: tanto che fu costretto a far del nulla qualcosa, vale a dire tutto. L'assoluto e il nulla, ordinandosi per sè stessi, dànno origine, secondo Oken, al reale, alla varietà, al mondo: e la creazione dell'universo non è che un atto della coscienza, un atto della apparizione di Dio. Non occorre dire come la pretesa filosofia di Oken sia fondata su

Scimmia del Madagascar.

errori di logica, come essa contenga dei sofismi arbitrari e fantastici, e come essa non abbia di conseguenza avuto alcuna influenza veramente feconda ed attiva. Ma non basta. Le sue idee generali in fatto di fisiologia e d'anatomia comparata, fondate su basi fisiologiche, sono assolutamente false. Così egli affermava ad esempio che l'organismo, imagine d'un pianeta, deve avere la forma corrispondente, la forma della sfera; così egli considerava ogni animale come composto di due animali riuniti pel ventre, e fu così che, paragonando la coda al capo, venne nel pensiero che questo, essendo la ripetizione di quella, doveva pur esser fatto di vertebre, idea questa già concepita da Frank, e che Goethe doveva concepire poi.

Tuttavia Oken ebbe un'influenza, che fortunamente reagì contro il male che aveva fatto con la sua filosofia naturale. Egli anzi tutto ebbe il merito di riconoscere che le forme organiche sono in continua via di rigenerazione; poi contribuì fortemente a diffondere l'interesse scientifico per la storia naturale, e ciò grazie alla sua « Storia naturale generale », che popolarizzò a dirittura la zoologia, permise s'allargasse il campo delle cognizioni generali e speciali in materia, e diede origine a nuovi lavori e a nuove concezioni, e grazie anche al suo giornale « *Isis* », che per molto tempo dissimulò, con una critica che lo stesso Oken abbe a dichiarare imparziale solo verso gli indifferenti, e con un indirizzo enciclopedico, un bisogno al quale, del resto, non si è neppur oggi soddisfatto in modo sufficiente.

Parrà strano che una filosofia, la quale, come questa dello Schelling e dell'Oken, s'opponeva così direttamente allo sviluppo della scienza per induzione, trovasse partigiani ed apostoli ardenti e convinti. Ma la guerra dei vent'anni avea lasciato nella letteratura germanica una tristezza, che doveva sussistere a lungo; l'amore alle opere della mente era scomparso insieme con la lieta coscienza della nazionalità; la lingua, le forme delle composizioni letterarie, tutto era asservito alla influenza straniera; il lavoro intellettuale si consumava nelle parole sonore e incomprensibili insieme, che, non ostante l'apparente loro profondità di concetti, non significavano nulla, o quasi. Moltissime dell'opere di storia naturale di questo tempo, dei primi quarant'anni circa del secolo XIX, sono là a dimostrarlo. Se si fa eccezione per Shelver e per pochi altri scienziati, che del resto non ebbero alcuna influenza decisiva sull'indirizzo della storia naturale, i tre rami della zoologia generale sono rappresentati da tre uomini, che, senza mantenersi fedeli a tutto il sistema, offrono tuttavia evidente la forma particolare della filosofia di Oken con tutti i suoi difetti. Enrico Schubert, rappresentante della dottrina mistica teosofica, nelle sue opere sulla istoria generale della vita e sulla storia naturale, s'occupa del mondo animale in modo fantastico a dirittura, e talora persino infantile, senza far progredire la scienza neppure d'un passo con la dimostrazione di nuovi fatti, o con la comparazione dei fatti noti. Federico Burdach in fatto di fisiologia, Gustavo Carus in fatto d'anatomia comparata, per quanto anch'essi inclinati a tener lieve conto dei fatti, ed a contentarsi d'astrazioni generali d'estetica, hanno qualche maggior diritto alla nostra riconoscenza.

Non si può accennare però alle condizioni dell'anatomia comparata in

questo tempo, senza nominare Gœthe. Ma perchè è viva ancora l'eco degli entusiasmi ch'egli destò col suo genio poetico, inspiratore e animatore di tutta l'opera sua, non è facile giudicarne l'opera scientifica senza lasciarsi influenzare dall' ammirazione che egli ispira. Gœthe non fu un naturalista filosofo nel senso preciso della scuola della quale parliamo. Gœthe non procede per induzione. Egli tentò semplicemente di provare i principii ai quali si era già arrivati per intuizione. Trovò, presso che contemporaneamente a Vicq d'Azyr, l'osso intermascellare nell'uomo; ma arrivò a tale scoperta, non già comparando le strutture dei vertebrati, ma cercando un tipo comune per tutti gli animali. Gœthe era guidato nelle sue ricerche più da un bisogno estetico, che da un bisogno scientifico. La forma aveva sin dal principio eccitato il suo interesse; come per l'incarnazione estetica di certi caratteri ideali, per esempio nelle statue, egli ricercava ciò che v'era di specialmente tipico nella forma, così s'appassionò per gli studi fisiognomici di Lavater, e pensò di trovare per la forma degli animali un tipo ideale, che di tante varietà potesse formare un tutto artistico. Questa fusione del concetto della natura e dell'amore della bellezza artistica in Gœthe, agì per altro potentemente sovra i suoi contemporanei e sovra i suoi discepoli, non ostante la pubblicazione tardiva delle sue osservazioni: e la cosa si comprende se si pensi all'eco che la rivoluzione francese dovette avere in Germania, ed alla gioia che vi doveva suscitare la considerazione d'un poeta grande come fu Gœthe, il quale concentrava nello studio della natura un genio poetico ed ideale. Perchè prima del 1817 nessuna delle sue opere scientifiche fu pubblicata, salvo uno scritto sulle « Metamorfosi delle piante », e uno studio, contenuto in una lettera, sull'osso intermascellare dell'uomo; e le sue idee erano note appena ad uno stretto cerchio d'amici, mentre, già prima, i lavori di Geoffroy « sui rapporti naturali dei makis », le sue « osservazioni naturali sul coccodrillo del Nilo », « sul cranio dei pesci », ecc., erano stati pubblicati insieme con la « filosofia zoologica » di Lamark e con le opere di Cuvier, che avevano mostrato alla scienza il cammino da percorrere. Il lavoro scientifico di Gœthe è importante per la storia dello sviluppo della sua personalità, non per la storia della scienza, la quale progrediva infatti rapidamente, ma per opera d'altri: e più specialmente per opera di Lamark, di Cuvier, di Kielmeyer, di Iacopo e Stefano delle Chiaie, di Alessandrini, di Brocchi, di Parkinson, e d'altri sommi, primo forse dei quali quello Stefano Geoffroy Saint-Hilaire, che fu il creatore della filosofia anatomica.....

Topo delle piramidi

Nel luglio del 1830 Gœthe, incontrando un amico, gli domandava:

— Sapete le ultime notizie di Francia? Cosa pensate del grande avvenimento? Il vulcano è in eruzione e gitta fiamme dovunque....

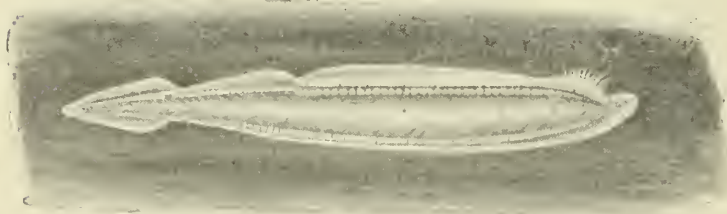
— Infatti è una cosa terribile, è una vera rivoluzione. Hanno cacciato la famiglia Reale!

— Ma che! Si tratta proprio di troni e di politica! Io vi parlo della seduta dell'Accademia delle Scienze di Parigi: là è avvenuta la vera, la grande rivoluzione, la rivoluzione dello spirito umano!

Gœthe era perfettamente nel vero.

I lavori di zootomia del principio del periodo precedente erano stati influenzati dalla fisiologia; ed era naturale che tale influenza durasse, poichè nessun'altra aveva potuto manifestarsi. Ma più s'allargava il campo delle materie da trattare, e più la differenza delle forme doveva dar luogo a riflessioni sulla questione appena intravista dell'eguaglianza o della disuguaglianza delle funzioni. E ciò condusse a minuziose ricerche del sito d'origine degli organi nei gruppi isolati d'animali, sulla loro cooperazione, e sulle loro progressive trasformazioni, dando così luogo alla conoscenza del piano dettagliato della struttura dei diversi gruppi da un lato, e dall'altro alla conoscenza di leggi di formazione ancor più generali. Le due direzioni trovarono dei partigiani; ma la maggior parte erano ancora quelli che sostenevano la importanza fisiologica degli organi. Fra tutti ebbe influenza notevole Enrico Kielmeyer di Bebenhausen, che visse dal 1765 al 1844. Egli fu tra i primi ad accumulare ricchi materiali per fondar lo studio della zoologia sull'anatomia comparata e sulla fisiologia, e per stabilire una comparazione fra gli animali « dal punto di vista della loro costituzione e delle differenze esistenti fra i loro sistemi organici e le loro funzioni ». Cuvier lo chiama spesso suo maestro; Alessandro Humboldt gli dedicò le sue « Ricerche zoologiche ».

Polypterus.

Contemporaneamente, e senza aver avuto rapporti col Kielmeyer, cominciò a Parigi a stabilire comparazioni dettagliate fra i diversi tipi d'organizzazione degli animali e ad applicare di proposito certi principii generali allo scopo di ottenere risultati dati, un uomo più giovane di Kielmeyer, giacchè era nato nel 1772 ad Étampes, ma che morì nello stesso anno 1844, Stefano Geoffroy Saint-Hilaire, della stessa famiglia dei due Geoffroy, che nel secolo precedente s'avevano fatto un nome, l'uno come chimico, l'altro come botanico.

Figliuolo d'un giudice del tribunale di Étampes, Geoffroy era stato destinato al sacerdozio, e mandato nel collegio di Navarra a Parigi a tale scopo. Ma la vocazione mancava in lui, ed ottenne il permesso di studiare scienze. Entrò quindi nel collegio del cardinale Lemoine dove ebbe a maestri Haüy,

e Fourcroy. Fu grazie alla protezione dell'illustre mineralogista Haüy che ottenne più tardi, appena laureato, il posto di aiuto-preparatore di Daubenton, che allora occupava la cattedra di storia naturale nel Collegio di Francia.

Nel 1792 Geoffroy aveva vent'anni. La monarchia crollava in Francia, e nella sua caduta il trono trascinava l'altare: i preti, come i nobili, diventavano sospetti; il 13 agosto l'abate Haüy fu arrestato insieme agli altri ecclesiastici che insegnavano nel collegio del cardinale Lemoine. Fu Geoffroy, che, con rischio della vita, come fu detto, lo salvò insieme ad alcuni de'suoi compagni di sventura.

L'anno seguente l'ex-Giardino del Re fu riorganizzato sotto il nome di « Museo di Storia Naturale » e, nonostante la sua giovane età, Geoffroy fu incaricato d'una delle dodici cattedre che vi furono istituite, la cattedra di zoologia. D'animo nobilissimo, egli la rifiutò dapprima poiché, di diritto, essa spettava a Lacépède; ma cedette poi alle istanze di Daubenton e dello stesso Lacépède. Poco dopo accoglieva il giovane Cuvier, che gli era stato raccomandato dall'agronomo Tissier. « Venite » così gli scriveva « venite a prendere il posto d'un nuovo Linneo, d'un legislatore della storia naturale ». E per tre anni i due giovani naturalisti ebbero tutto in comune, la mensa come il lavoro. Geoffroy, che era specialmente incaricato della storia naturale dei mammiferi e degli uccelli, si diede tutto a raccoglierne il materiale; entrò in corrispondenza coi principali naturalisti d'Europa, e tanto fece, che in breve la collezione dei mammiferi diventò la più ricca del mondo. Nel 1796 pubblicò una interessante memoria « sui makis », scimmie del Madagascar, nella quale emise per la prima volta l'idea della unità di composizione. Nel 1798, trascinato dalla ardente brama di vedere e di sapere, partiva per l'Egitto come membro della celebre commissione di scienziati e letterati della quale facevano parte Monge, Fourier, Larrey, Jomard, Savigny, Berthollet e tanti altri già illustri o che stavano per diventare tali; e per quattro anni, geologo, zoologo, etnografo, archeologo, secondo l'occorrenza, raccolse materiali immensi, formò collezioni preziose, studiò i costumi e la struttura degli animali dell'Egitto e sopratutto del coccodrillo, dell'ibis, del topo delle piramidi, degli interessanti marsupiali egiziani, ecc., fece l'anatomia d'uno dei più interessanti fra i pochi pesci ganoidi viventi, il *polypterus*, la di cui scoperta, disse Cuvier, valeva da sola il viaggio d'Egitto, studiò i pesci del Nilo, e scrisse la sua dotta memoria sull'anatomia degli organi elettrici del *malapterurus* e della torpedine.

Malapterurus.

È nota la triste fine della celebre spedizione, son noti i disastri che l'accompagnarono. La Commissione dell'Istituto, rifugiatasi in Alessandria, stava per cadere fra le mani degli inglesi con tutte le sue ricchezze, quando Geoffroy intervenne, ed alle richieste perentorie dei vincitori rispose con un rifiuto as-

soluto, invocando il diritto delle genti e della civiltà, e, minacciando di distruggere tutto piuttosto che cedere, riuscì a salvare le collezioni.

Di ritorno in Francia, Geoffroy riprese le sue lezioni di zoologia, e mentre ordinava le splendide collezioni portate dall'Egitto, ne intraprendeva le descrizioni con una serie di memorie nelle quali appaiono esposte le sue nuove teorie. Poco dopo cominciò il « catalogo dei mammiferi » del Museo, apportando notevoli modificazioni alla classificazione che aveva ideata insieme con Cuvier e pubblicata precedentemente. Nel 1808 fu inviato da Napoleone nel Portogallo con una missione scientifica. L'anno seguente fu nominato professore di zoologia nella Facoltà di Scienze; e fu allora che potè lanciarsi più liberamente nel campo delle astrazioni, e concepire quelle grandi leggi dell'organizzazione animale alle quali il suo nome è per sempre legato.

Nel 1818 pubblicò la sua celebre « Anatomia filosofica » fondata sul principio da lui ideato della unità di piano di composizione del regno animale. La natura, scrisse, ha formato tutti gli esseri viventi sur un piano unico, che è essenzialmente lo stesso nel suo principio, ma che varia in mille modi in tutte le sue parti accessorie.

Le teorie principali che Geoffroy esplica e vuol dimostrare nella sua « Anatomia » sono: la teoria delle analogie, secondo la quale le stesse parti si debbono trovare in tutti gli animali, anche se con forme e sviluppo differenti; la teoria delle connessioni, secondo la quale le stesse parti si trovano sempre nelle stesse posizioni e negli stessi rapporti; la legge dell' equilibrio degli organi, secondo la quale la massa del corpo animale rimane in qualche modo uguale a sè stessa, sicchè un organo non può svilupparsi o atrofizzarsi se non a condizione che un altro organo s'atrofizzi e si sviluppi.

Sezione trasversale della coda del Gymnotus.

Geoffroy non limitò le sue teorie ai vertebrati; egli volle estendere l'idea dell' unità del piano anche agli articolati ed ai molluschi. Infatti nel 1822, in una sua dissertazione sui vertebrati, tenta di provare che il corpo degli insetti e quello dei gamberi sono fatti sullo stesso piano di quello dei vertebrati; e nel 1830, confermando le idee di Meyraeux di Laurencet, si dichiara convinto che i cefalopodi sian fatti anch' essi come i vertebrati.

Di qui la memorabile lotta fra Cuvier e Geoffroy, nella quale Geoffroy, ravvedendosi in parte, sostituì alla « unità di struttura » la « analogia di costituzione », ma, persuaso della somiglianza dei fenomeni della vita degli animali, lasciandosi trascinare a considerare l'armonia delle qualità degli organi come una prova della loro somiglianza morfologica, e senza troppo distinguere la analogia dalla omologia così ben definita da Owen, Geoffroy non volle rinunciare al suo errore fondamentale. Egli, che ebbe il merito d'aver stabilito co' suoi principi le leggi fondamentali della formazione degli esseri, e d'aver tentato d'applicarle, per esempio, ai vizî di con-

formazione, che sino al suo tempo eran stati trascurati dalla scienza, ebbe il torto di non attenersi scrupolosamente ai fatti nello sviluppare e nell'applicare quelle leggi.

Leopoldo Cristiano Federico Dagoberto Cuvier, più noto sotto il nome di Giorgio Cuvier, era nato a Montbéliard, capoluogo d'un principato appartenente allora ai duchi del Würtemberg, il 24 agosto del 1769, lo stesso anno nel quale nacque Humboldt, da genitori d'un villaggio del Giura, che porta ancora il nome di Cuvier. Dotato di una memoria prodigiosa e d'una straordinaria attitudine allo studio, avido di letture, un esemplare delle opere di Buffon, del quale copiò e dipinse le figure, decise della sua vocazione. Sfuggito al pericolo d'essere mandato a Tubingen per studiarvi teologia, grazie alla gelosia d'un professore, ottenne una borsa di studio alla celebre scuola di Charles, dove si recò nel 1784, e dove, dopo un anno di studi preparatori, si dedicò alla amministrazione, come quella che gli permetteva di coltivare la sua passione per le scienze naturali, ed ebbe amici Kielmeyer, Pfaff, Marschall e Leupold. Nel 1788, per venir in aiuto della famiglia, abbandonò Stuttgart prima d'aver terminato gli studî, ed accettò un posto di precettore presso la famiglia del conte d'Héricy, a Fiquainville presso Caen, lo stesso ch'era stato prima occupato dal fisico Parrot. Fu là che Cuvier gittò le basi de'suoi importanti lavori, poichè i brachiopodi fossili gli suggerirono l'idea di confrontare le specie fossili con le specie viventi, mentre il mare gli offriva una ricca messe di cefalopodi e di forme marine di gasteropodi; fu là che, facendo sovra questi delle ricerche anatomiche, si propose di studiare i vermi di Linneo. Nel 1794 l'abbate Tessier, che durante il Terrore s'era rifugiato a Fécamp, dov'era medico-capo dell'ospedale militare, pregò Cuvier di fare un corso di botanica a' suoi giovani medici del corso; e de'suoi risultati fu così contento, che raccomandò il giovane scienzato ad alcuni amici di Parigi, e segnatamente a De Jussieu ed a Geoffroy Sain-Hilaire, eccitandolo in pari tempo a inviar loro qualche saggio de' suoi studi e delle sue ricerche. L'anno seguente Cuvier, designato successore di Mertrud nella cattedra d'anatomia comparata nel Museo nazionale, era nominato membro dell' Istituto. Nel 1800 fu nominato professore di storia naturale nel collegio di Francia, nel 1802, morto Mertrud,

Sezione longitudinale dell'organo elettrico del Gymnotus.

gli succedeva; nel 1803 era eletto segretario perpetuo dell'Accademia delle scienze, e rinunciava alla carica di ispettore della istruzione pubblica, che per altro riprese nel 1808, scrivendo e consegnando all'Imperatore un rapporto sul progresso delle scienze. Nel 1814 fu nominato consigliere di Stato, nel 1819 presidente di divisione al ministero dell' interno, nel 1824 direttore dei culti non cattolici, nel 1831 pari di Francia... Morì il 13 maggio del 1832.

Senza tener conto de' suoi primi scritti entomologici, devesi ricordare la sua « anatomia della lumaca a guscio » pubblicata nel 1792; nel 1795 pubblicò le sue opere sull'anatomia e sui rapporti di parentela dei vermi; nel 1798 pubblicò l'anatomia dei Lingula e delle Ascidie, nel 1798 quella degli insetti, nel 1800 l'anatomia delle meduse (Rhizostoma) e i due primi volumi del suo corso sull'anatomia comparata, nei quali, oltre i lavori già pubblicati sui vertebrati, espose numerose e notevoli ricerche particolareggiate sul sistema osseo, sul sistema muscolare e sul nervoso, e sui sensi, studi sino allora sconosciuti e da lui, classificati in un ordine metodico. I tre ultimi volumi, che apparvero nel 1805, completarono l'opera, unica a que' tempi, e tutt'ora preziosa. Nel 1812 pubblicò i suoi lavori sulle ossa fossili.

Ma non furono, nè l' attività meravigliosa nel sezionare gli animali e nel confrontarli tra loro , nè l'abilità incomparabile nel cogliere i fatti zootomici e nell'ordinarli, che meritarono a Giorgio Cuvier il nome di creatore della anatomia comparata. Egli ebbe un merito ben più grande, distogliendo l'attenzione dalle funzioni degli organi per portarla sugli organismi nell'interesse dei quali queste funzioni si compivano. Non si trattava infatti più di dover precisare le funzioni d'un dato ordine, e di dimostrare i rapporti esistenti tra queste funzioni grazie alla loro semplicità o alla loro complessità; Cuvier, supponendo noto tutto ciò, si diede alla ricerca della comparsa dei diversi sistemi anatomici nelle loro modificazioni dipendenti e graduali. È così che egli descrive l'organo respiratorio dei mammiferi. Cuvier indica il meccanismo pel quale i mammiferi inspirano ed espirano l'aria, descrive la forma dei condotti respiratori , ecc.; poi dimostra come negli insetti la respirazione non sia localizzata in determinati organi, ma si compia per mezzo d'un sistema, che attraversa tutto il corpo ; infine espone come nei crostacei il sangue, alla superficie del corpo, serva in qualche modo direttamente alla respirazione, e come negli animali che si trovano più basso nella scala organica, e dei quali l'organizzazione è più semplice, tutta la pelle respiri. Con questo metodo, tutto suo, Cuvier fu condotto a due principi generali, che non furono solamente di grande utilità a lui nelle sue ricerche, ma giovarono grandemente al progresso di tutta la scienza. L'esempio scelto stabilisce che una modificazione in un organo non avviene mai isolatamente, ma è sempre accompagnata da altre modificazioni in altri organi. Se la respirazione si compie in un determinato organo, in esso affluirà il sangue, e dove si trovi localizzato l'organo della respirazione, si avrà un sistema sviluppato di vasi; se ques'ultimo farà difetto, non sarà più il sangue che avrà bisogno di cercar l'aria, ma sarà l'aria a cercare il sangue. V'è dunque una correlazione fra le modificazioni offerte dai diversi organi. E questo prin-

cipio della « correlazione delle parti » fra le mani di Cuvier, doveva diventar fecondo sopratutto nella ricostruzione degli animali fossili dei quali solo alcuni frammenti erano conservati dal suolo.

Così esso condusse Cuvier anche ad affermare che tutti gli organi sono dipendenti gli uni dagli altri sotto il rapporto del loro sviluppo, della loro forma; ma che in certi gruppi d'animali tutti gli organi non subiscono la stessa quantità di mutamenti, che certi sistemi paragonati ad altri offrono minore indecisione nella forma, ecc.

Ritenendo poi per certo che gli organi più importanti sono i più costanti nella loro forma, Cuvier pensò che possedendo la « suddivisione dei segni distintivi », conoscendo cioè quella che oggidì si chiama la subordinazione dei caratteri, possedeva anche la chiave necessaria, non solo all' intelligenza di certi fatti zootomici, ma anche all' applicazione dei risultati dell'anatomia comparata alla sistematica, conforme al suo scopo.

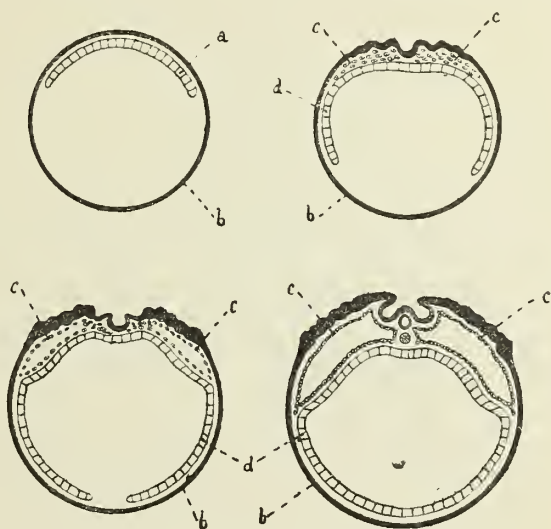
Cuvier studia l'anatomia sugli animali.

Sull'esempio di Cuvier molti scienziati si diedero alla anatomia comparata, portandole notevole contributo di fatti e di considerazioni. Fra i tanti Blumenbach, il di cui « Manuale », pubblicato nel 1805, era nel 1824 alla sua terza edizione, e che diede sopratutto sviluppo all'osteologia; Dallinger, che in un programma pubblicato nel 1814 fece notare il valore e l'importanza dell'anatomia comparata come scienza ausiliaria della medicina; Burdach, che nel 1817 delineava il compito dell'anatomia comparata; Fischer, Tiedemann, Bojanus, Carus, Meckel, Rudolphi, Weber, Rathke, e cento altri, sopratutto in Germania, dove, a Brunswick, Wiedemann creava, accanto agli « Archivi » di Recl e di Autenrieth, ne' suoi « Archivi di zoologia e d'anatomia », un nuovo organo pei lavori di tal genere, e Tiedemann e i due Treviranus pubblicarono a Heidelberg le « Riviste fisiologiche » ed Heusinger a Darmstadt la « Rivista organo-fisica ». In Inghilterra Harwood pubblicava intanto un « Manuale », che rimase incompleto, ed Everard Home, servendosi degli scritti inediti lasciati dal nonno suo John Hunter, pubblicava un « Corso d' ana-

tomia comparata »; in Francia Duvernoy, Duméril, Milne-Edwards, Blainville, in Italia Giuseppe Iacopi e Stefano delle Chiaje, portarono largo contributo agli studî d'anatomia comparata.

Come al suo inizio l'anatomia comparata si fondava sul confronto della struttura umana con quella degli animali più vicini all'uomo, per indicare in una certa misura ciò che poteva essere considerato come oggetto di comparazione, Linneo, con la sua classificazione del regno animale, s'era siffattamente allontanato dalla divisione d'Aristotele, che appena comprendeva gli insetti ed i vermi fra gli animali a sangue bianco. Fu Ratsch il primo a riunire le quattro classi superiori di Linneo sotto la denominazione « animali ossei ». Ma questo primo passo fu appena notato. Un altro notevole passo fu dovuto a Lamarck, che divise gli animali a sangue bianco in vertebrati e invertebrati, introducendo così per primo nel linguaggio scientifico le espressioni di animali a vertebre e senza vertebre, e staccò gli echinodermi dai polipi. Cuvier, seguendone l'impulso, unì le quattro classi superiori di Linneo alle classi dei vertebrati, poi, nella sua importante memoria « Intorno a un nuovo legame da stabilire fra le classi che compongono il regno animale », pubblicata nel 1812, dichiarando che la divisione del regno animale deve essere la più semplice espressione della somma delle cognizioni zoologiche, divide gli animali in *vertebrati*, *molluschi*, *articolati* (ai quali ascrive, oltre le tre classi degli artropodi, il gruppo di vermi a sangue rosso detti *anellidi* da Lamarck), ed in *zoofiti* o *radiari*, unendo a questi ultimi i *vermi intestinali* e gli *infusori*. Blainville, usando per il primo la parola *tipo*, ideò una nuova classificazione, nella quale tenne conto della struttura generale degli animali come carattere delle grandi divisioni, e distinse gli animali in *zigomorfi* o *artiomorfi*, cioè a simmetria bilaterale, in *actinomorfi* o raggiati, e in *amorfi* o *eteromorfi* o senza forma regolare, dividendo poi la prima classe in due tipi, *animali con ossa* e *senza ossa*, la seconda in *radiari articolati* e *non articolati*, la terza in *spugne* ed *infusori*. In una seconda classificazione Blainville unì i radiari non articolati agli entomozoari. De Baer nel 1827 propose di distinguere i differenti tipi d'organizzazione dai differenti gradi dello sviluppo, fondando questa importante proposizione, che fu assai feconda pei progressi della morfologia animale, su considerazioni che per la prima volta precisano nettamente il significato dei tipi, e nelle quali sono i germi dei principii fondamentali pel concetto moderno dei rapporti di parentela nel regno animale. Infatti, secondo De Baer, ciascun tipo è suscettibile di mostrarsi in gradi superiori o inferiori, perchè il tipo e il grado di sviluppo sono insieme determinati dalle forme isolate: ciò che assegna quindi dei gradi di sviluppo per ciascun tipo, gradi che qua e là sembra formino delle serie le quali non sono mai simili nel seguito non interrotto dello sviluppo, e mai attraverso a tutti i loro gradi.

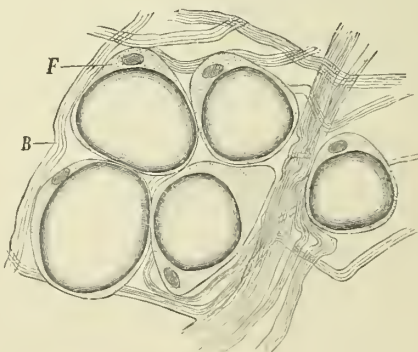
I cangiamenti ai quali sono oggetti gli animali dalla loro nascita al loro completo sviluppo pareva dovessero fornire delle conclusioni alla teoria della vita animale. Partendo dalle differenze costituzionali dell'uomo nelle sue differenti età, si erano dapprima studiati i cangiamenti compiutisi in organi isolati. Ma si studiarono pure le metamorfosi spontanee, come quelle degli insetti, ad esempio, e si dimostrò il loro costante rapporto con certi ordini

di forme. Lo studio più accurato e più profondo delle primitive disposizioni dell'ovo e degli ulteriori sviluppi dei sistemi anatomici ebbe prima causa l'ignoranza della struttura progressiva del corpo e sopratutto della formazione dell'ovo umano. Le ricerche fatte poi da Haller e da Wolff sino ad Oken, a Bojanus, e ad altri scienziati del tempo, avevano quale scopo principale i cangiamenti di forma dei corpi; esse furono dirette altresì all'istoria della formazione del cuore, dei grossi vasi, dell'intestino, e della partecipazione dell' ovo a tale formazione. La fisiologia avea sperato di trarre grande profitto dalla anatomia comparata e dalla osservazione dei differenti sviluppi di un solo e medesimo organo dell' individuo e dello sviluppo dei diversi animali ; così essa cominciò a produrre numerose ricerche e pubblicazioni embriologiche. E dapprima gli studî furono diretti all'embrione ed alle membrane dell'ovo dei vertebrati e specialmente dei mammiferi. Così Oken studiò l'ovo dei mammiferi , e non ostanti molte false interpretazioni dei fatti osservati , l' opera sua determinò su molti punti la via che bisognava seguire , e destò in molti vivo interesse per la soluzione del problema. Le ricerche di Dœllinger e Samuel, di Dutrochet, di Cuvier, di G. Hunter, di Alessandrini, e d'altri, diedero una descrizione esatta delle membrane che avvolgono l'ovo. Alla questione lungamente dibattuta se nell'uomo esista una vescicola ombelicale o una vescicola dell'ovo, questione trattata da Hunter nel 1802, si unirono ricerche accurate sulla formazione dell'intestino per opera della vescicola stessa. Queste ricerche furono continuate da Oken, da Emmert, da Bojanus e da Tredern. Altre ne furon fatte sulle particolarità e sullo sviluppo individuale dei vertebrati delle classi superiori, come da Tiedemann e da Meckel sullo sviluppo del cervello, da Kieser sull'occhio, da Müller sul corpo, da Wolff, da Oken, e da altri. Nel 1811 Meckel trasse dalla doppia origine dell'aorta la conclusione che anche nei vertebrati che respirano per polmoni esistono, come già si era supposto, degli archi branchiali. La struttura della faccia, del naso, della bocca fu profondamente studiata dal Tredern. Ma solo nel 1817 comincia la vera storia dello sviluppo dei vertebrati con la pubblicazione delle ricerche di Pander (1794-1865), che condussero a constatare come la formazione del corpo degli uccelli sia determinata dalla separazione del germe in tre foglietti e ad indicare almeno come ciascuno di questi si sviluppi e e si modifichi. Baer (1792-1862) continuò tali ricerche estendendole alle altre classi dei vertebrati, determinò meglio la formazione dei tre foglietti blastodermici come prima modificazione dell'ovo, constatò che l'embrione possiede due tendenze immediate, l'una a mutamenti morfologici, l'altra a mutamenti

Formazione dei tre foglietti blastodermici nell'ovo.

istologici, dimostrò come i foglietti si trasformino per produrre nel corpo dei vertebrati l'asse rachidiano e il canale intestinale, studiò il differenziarsi degli organi dei sensi, lo sviluppo dell'apparecchio respiratorio, del fegato, dell'allantoide, della cavità boccale e della faringea, del grosso e del piccolo intestino. Grazie a tali studî importanti e fecondi, il tipo dei vertebrati potè essere concepito geneticamente per la prima volta.

Quasi contemporaneamente Rathke (1793-1860) tracciava la via a tutte le scoperte più recenti, basando le sue importanti ricerche morfologiche sulla storia dello sviluppo degli animali. I lavori di Giovanni Müller sugli organi genitali e sulle glandole fecero pure notevolmente progredire la storia dello sviluppo dei vertebrati, mentre i lavori di Herold sulla trasformazione di certi organi durante la vita larvale delle farfalle, di Jurine sui crostacei inferiori, di Rathke sui crostacei stessi, di Carus e Baer sugli acefali, di Stiebel sui gasteropodi, di Milne Edwards sulle ascidie, di Chemisso sulle salpe, fecero notevolmente progredire quella dello sviluppo degli invertebrati.

Scoprendo l'ovo dei mammiferi Baer fece compiere alla scienza embriologica un passo gigantesco.

Già parecchi scienziati nelle loro ricerche, come Kuhlmann nel 1750, Cruikshank nel 1797, Prevost e Dumas nel 1822, avevano veduto dischiudersi, dopo l'accoppiamento, i follicoli dell'ovaia, descritti da Regner de Graaf e confusi da lui coi veri ovi. Cruikshank, Prevost e Dumas avevano fors'anco visto l'ovo, dopo la sua uscita dal follicolo, nell'ovario. Ma si credeva generalmente che il germe propriamente detto non fosse formato sotto l'influenza dello sperma umano che nei condotti e dal contenuto dei follicoli uscito dall'ovario. Nel 1827 Baer ebbe la prova che l'ovo è nell'interno del follicolo, mostrò che nei mammiferi l'ovo, formato precedentemente, è contenuto nell'ovario, e che la stessa legge di formazione governa tutto il regno animale. La scoperta della macchia germinativa nell' ovo dell' uccello, fatta da Purkinje nel 1825, contribuì a estendere la nozione della natura dell' ovo. Nel 1827 Baer dimostrò l'esistenza di questa macchia negli ovi della rana, dei molluschi, dei vermi, degli articolati; Purkinje la riscontrò negli entozoari e negli aracnidi, Coste e Jones fecero la stessa osservazione nei mammiferi nel 1834, e nel 1835 Rodolfo Wagner scopriva la calaza e ne constatava la presenza nell'ovo di numerose classi animali. Nel 1824, Prevost e Dumas avevano già scoperto i fenomeni della segmentazione nell'ovo di rana, studiati poi più accuratamente da Baer nel 1834, e nel 1836 Rusconi scopriva la segmentazione negli

Fibro-cartilagine.

Tessuto adiposo.

ovi dei pesci, e dimostrava il principio della segmentazione parziale. Quanto agli invertebrati, un accenno n'era già stato fatto da Weber in una memoria sulla sanguisuga; ma solo nel 1837, grazie gli studi di Siebold sui vermi, intestinali, i principî della segmentazione potevano essere generalizzati.

Intorno a questo tempo, e precisamente nel 1835, Giovanni Müller attirò l'attenzione dei zoologi sulla analogia delle cellule della colonna vertebrale con le cellule delle piante, ed aggiunse ad esse, come tessuti analoghi, le cellule del cristallino, le cellule della coroide e le cellule adipose e cartilaginee delle quali scoprì il nucleo. La pubblicazione fece rumore in quanto sino allora, sebbene si parlasse di cellule quando si accennava alla struttura intima delle piante, e si considerassero le piante come fatte appunto di tali elementi racchiusi in una membrana, gli elementi istologici animali erano stati appena avvisati da Baer. Le ricerche in proposito furono numerose. Valentin scoprì il nucleo delle cellule epidermiche animali, Henle studiò e descrisse la struttura delle cellule epiteliari, e nel 1838 apparve la teoria di Schleiden, che faceva della cellula l'origine di tutte le parti della pianta. Fu merito singolare di Schwann l'aver non solamente ordinate le ricerche fatte sulle cellule animali, ma partendo dalla teoria di Schleiden, l'aver studiato egli stesso lo sviluppo di molti tessuti provenienti da cellule, e l'aver dedotto dai fatti constatati una teoria della cellula animale che condusse poi alla teoria della sua origine protoplasmica. Notevoli furono in proposito gli studî di Bischoff, di Reichert, di Vogt e sopratutto di Kœlliker, che nel 1844 dimostrò la relazione seguita dalle forme cellulari dalle cellule dell'ovo sino ai tessuti sviluppati dell'animale perfetto. Lo studio più particolareggiato della struttura microscopica degli organi ebbe per conseguenza immediata la conoscenza più completa della morfologia generale degli animali, e l'opinione sempre più confermata che il regno animale riproduce ne' suoi tipi inferiori le forme embrionali degli animali superiori.

Nautilus.

Contemporaneamente, sopratutto grazie alla iniziativa di Giovanni Müller, si creava quasi una nuova scienza zoologica: la fisiologia.

Giovanni Müller, nato il 14 luglio 1801 a Coblentz, professore d'anatomia comparata e di fisiologia, prima a Bonn, nel 1826, poi a Berlino nel 1833, morto nel 1860, già nel 1824 aveva preso posto fra gli scienziati di grido con uno scritto intorno alla filosofia naturale, e nella celebre lotta fra Cuvier e de Geoffroy aveva avuto una parte notevole, quando con una serie di ricerche e di studi della maggiore importanza s'acquistò la celebrità. Ricorderemo gli studi sui mixinoidi e sui radiari, le ricerche sullo sviluppo di certi

squali, un lavoro sistematico sui plagiostomi, i ganoidi e l'amphioxus, la scoperta dei linfatici del cuore negli anfibi e nei rettili, la scoperta delle aperture branchiali nelle cecilie e la loro determinazione come anfibi, le sue ricerche sull'organo vocale dei passeracei, quelle sugli organi sessuali maschili delle upupe, che condussero a riformare la classificazione degli uccelli. Ciò che distingue i lavori del Müller, e che ha contribuito a far si ch'essi avessero tanta influenza, si è che egli osservò sempre i rapporti dei fatti isolati con gruppi interi di fenomeni della medesima natura, e che così raramente citò una osservazione come un semplice documento, portando sempre nell'opere sue una larghezza di vedute, che i suoi successori cercarono invano di imitare.

Mentre il Müller, in Germania, dava tanto sviluppo all' anatomia comparata, Riccardo Owen, in Inghilterra, con un esame profondo dei fatti che formano la base delle somiglianze e dei rapporti anatomici, e con uno sviluppo grande delle nozioni generali, contribuiva essenzialmente ai progressi scientifici della morfologia.

Owen era nato nel 1803, a Lancaster, ed esercitò dapprima la medicina a Londra, dove fu nominato, nelle prime sedute della Società zoologica, prosettore pratico. Fu poi professore di fisiologia comparata al Museo di Hunter, quindi direttore della sezione di storia naturale del British Museum, e gli diedero, giovane ancora, fama meritata l'anatomia del nautilus la descrizione anatomica dei brachiopodi. Notevolissime furono le sue pubblicazioni di sistematica sugli animali fossili, nelle quali non solo espose in modo meraviglioso l'importanza d'una comparazione minuziosa per ben riconoscere e ricostruire gli animali estinti, giunti sino a noi in frammenti, ma giunse a importanti considerazioni per spiegare le leggi che presiedono alla struttura degli animali. Notevole fu pure il tentativo ch' egli fece di sviluppare in una esposizione completa, con una sagacità straordinaria, con logica rigorosa, le forme fondamentali dei differenti sistemi anatomici dei vertebrati, secondo le loro diverse trasformazioni, trattando da prima del sistema osseo.

Giovanni Müller.

A Lelorgne de Savigny, nato nel 1778 a Provins, che fu in Egitto con Napoleone, e morì nel 1851 a Versailles, cieco, debbonsi ricerche importanti sulle appendici articolate degli invertebrati, ed una teoria della struttura dei vertebrati, che servì di punto di partenza a tutte le pubblicazioni ulteriori sull'argomento. Su questa teoria, nel 1840, Erichson (1809-1848) fondò una teoria completa sui rapporti dei membri, modificata poi nel 1854 da Zenker. A Savigny si deve inoltre la constatazione che molti animali sino allora considerati come Polipi, non erano che ascidie composte. Farre, Beneden, Allman, Loven, Leuckart, Huxley, portarono anch'essi notevole contributo alla

conoscenza degli invertebrati... A Michele Sars (1805-1869) si devono importanti ricerche sugli animali marini inferiori, la scoperta d'un crinoide vivente nelle regioni profonde del mare, la scoperta delle due forme estreme dello sviluppo degli echinodermi, ricerche di grande importanza e importanti scoperte sui celenterati. Nel 1842 Steenstrup pubblicò le sue osservazioni e scoperte intorno alla *generazione alternante*. Nel 1851, in armonia col principio fecondo della *divisione del lavoro*, introdotto già nel dominio della fisiologia da Milne Edwards nel 1827, Leuckard chiamò *polimorfismo degli individui* le differenze che in seguito a questa ripartizione delle funzioni s'applicavano ai differenti individui d'una stessa specie, come accade negli animali viventi in colonie. E così si spiegarono certe forme speciali, come, ad esempio, quelle dei sifonofori, la cui concezione naturale aveva presentato grandi difficoltà.

Lorenzo Hoken

La questione biologica che grazie a questa considerazione della individualità pareva imporsi, condusse Leuckart a non vedere nel cangiamento delle generazioni che un polimorfismo prodotto dalla divisione del lavoro nel dominio della storia dello sviluppo. Huxley al contrario, partendo da un punto di vista consimile, designò sotto il nome di *individuo* il risultato dello sviluppo d'un solo ovo (« tutto ciò che deriva da un ovo, preso insieme »); ma ciò l'obbligò a consacrare una denominazione speciale agli animali che appaiono durante lo sviluppo con la metagenesi d'individui isolati, e scelse il vocabolo *zooide*.

Le condizioni degli studi zoologici, i numerosi problemi che s'affacciavano agli scienziati, ebbero anche per resultato il moltiplicarsi dei viaggi aventi scopo scientifico. I primi e più fecondi furono quelli compiuti dai francesi. Ricorderemo i viaggi di Bory de Saint-Vincent alle principali isole del mar d'Africa nel 1800, di Quoy e Gaimard con Freycinet intorno al mondo dal 1817 al 1820, di Lesson e Gamot con Duperrey, pure intorno al mondo, dal 1822 al 1825, dagli stessi con d'Urville, dal 1826 al 1829, sull' « Astrolabe », di Beaupré, Eydoux e Souleyet con Vaillant dal 1836 al 1837, di Thouars dal 1836 al 1839 e di d'Urville, Hombron e Jaquinot al polo Sud e nell'Oceania dal 1837 al 1840. Le principali spedizioni inglesi furono il viaggio al polo sud dal 1823 al 1824 di Weddell, di Beechey, dal 1823 al 1828, nel Pacifico, di Debell Bennett dal 1830 al 1833 intorno al mondo, di King, Fitzroy e Darwin, dal 1826 al 1830 intorno al mondo anch'essi, che fecero conoscere la fauna dei Galapagos, la natura e la formazione delle isole coralline, la fauna fossile d'America; di Clark Ross dal 1839

al 1843 nei mari antartici; di Kellett e di Adams dal 1845 al 1850 intorno al mondo e nei mari polari, di Owen Stanley e di Huxley dal 1846 al 1850. Fra i russi ricordiamo Krusenstern, Gottlieb Tilesius e Langsdorf, che compirono dal 1803 al 1806 un importante viaggio intorno al mondo, Kotzebue, che ne compì due, dal 1815 al 1818 e dal 1823 al 1826, con Chamisso ed Eschsholtz, dando occasione la prima volta alla osservazione della metagenesi delle talpe e delle meduse. Qualche naturalista tedesco prese parte a parecchi di questi viaggi. Ma nessuna spedizione tedesca di qualche importanza ebbe luogo nella prima metà del secolo XIX. Fra le spedizioni compiute dagli americani, con intendimenti naturalisti, ricorderemo quella di Dana, Pickering, Chouthony, Peale e Hale, dal 1838 al 1842, intorno al mondo, feconda di resultati. L'America del Sud fu visitata e descritta nella sua fauna dall'Azara (1802), da Humboldt (1804), dal principe Wied-Neuwied (1815-21), da Pohl, Mikan e Natterer (1817), da Spix e Martin (1823), da Reugger (1828-26), da d' Orbigny (1826-1833), da Pœppig (1822-32), da Gay (1818-42), da Tschudi (1838-42), da Cartelnau (1844-47), dai fratelli Schomburgk (1834-44), da Wallace (1870), e da altri; l' America del Nord da Herlau (1825) e da Audubon (1843) quanto ai mammiferi, da Holbrook (1814) pei rettili, da Smith (1833), Humphrey David (1846), Storer (1853), Hitchcock (1833) pei pesci, da Wilson (1828), da Audubon (1828-40) e da Carlo Luciano Bonaparte (1825-33) per gli uccelli. White, Smith, Shaw, King (1827), Bennett (1832-34), Gould (1838) descrissero la fauna australiana; Stanford Raffles, Horsfield (1821-28) visitarono le coste orientali dell'India, Reinwardt, Muller, van Hasselt e Temminck (1840-48) descrissero la fauna dei possedimenti transatlantici dei Paesi Bassi, Falconer (1845-51) studiò i fossili delle coste orientali dell'India, Siebold (1825-30) la faune del Giappone, Desjardins (1838) e Sganzin (1840) la fauna delle isole Maurizio e Madagascar, Lichtenstein (1804-1806) quella dell'Africa meridionale, come Smith (1838-57), Kingston-Tuckey (1816) descrisse quella del Congo, Carlo Fornasini (1848) la fauna del Mozambico, studiata poi da Giuseppe Bertoloni (1850-53) e da Giuseppe Bianconi (1850-58). Ruppell, (1826-45) visitò l'Abissinia e il Dongola, Ressegger (1835-40) la Siria, Webb con Berthelot (1835-44) studiò la fauna delle isole Canarie, Lowe (1831-60) quella di Madera; Bory de Saint-Vincent studiò la fauna della Grecia, Renier (1847) quelle dell'Adriatico, Stefano delle Chiaje (1823-44) e Oronzio Gabriele Costa (1829-78) quelle di Napoli, Luciano Bonaparte (1832-42) quelle dell' Italia, Graells quelle della Spagna, Risso quelle dei dintorni di Nizza e delle Alpi marittime; Gervais studiò i vertebrati fossili e viventi di Francia (1859), Schinz la fauna Svizzera (1837), Sturm (1797-1856) la fauna tedesca, Koch i mammiferi e gli uccelli di Baviera, Fleming (1828), Jenyns (1833), Johnston (1838-42), Forbes (1841-1853), Yarrell (1869) ed altri la fauna inglese, Quensel e Nilsson la scandinava (1820-58), Sars, Koren, Danielssen la fauna marina, Humboldt ed Ehrenberg la fauna russa. . .

I fatti raccolti furono in breve tali che Illiger (1811) e Wagner (1844) tentarono di istituire una geografia zoologica pei mammiferi, Lowen per gli uccelli, Schlegel pei serpenti, Agassiz pei pesci. Si ottennero eccellenti risul-

tati dalla comparazione delle differenti faune, si constatò la differenza enorme tra la fauna australiana e la fauna asiatica, si fecero altre osservazioni sui caratteri delle faune marine a diverse profondità, si aprì la via agli studi filogenetici.

Contemporaneamente la tassinomia faceva notevoli progressi. Ricordando solo i nomi di Duméril, di Blainville, di Vogt, accenneremo a Schweigger (1820), base principale della classificazione del quale sono gli organi della respirazione, a Wilbrand (1814) che sviluppò il sistema di Linneo, a Rudolphi (1812) che scelse a base della sua divisione il sistema nervoso, a Ehrenberg che fondò solo le due principali divisioni del regno animale sulla forma del sistema nervoso (1835) ponendo l'uomo alla testa di tutto il sistema, ma separato dagli animali, formando una classe indipendente, a Grant (1835) e ad Owen che fondarono sulla stessa base le loro classificazioni. Goldfuss (1830) nel suo « quadro sinottico » considerò le classi animali come gradi fissi dello sviluppo dell'animale più elevato, corrispondendo ciascuna al sistema genitale o al sistema della digestione o a quello della respirazione o a quello dei sensi. Burmeister (1837) divise gli animali in Gastrozoa, o a ventre, con organi della vita vegetativa predominanti, senza organi simmetrici di locomozione, senza organi sviluppati di senso, in Artrozoa, o articolati, con organi di locomozione simmetrici, con membri esterni, con organi di senso imperfetti, e in Osteozoa, o animali a testa o a colonna vertebrale. Anche Fitzinger (1843) scelse per base del suo sistema il predominio dello sviluppo dei differenti sistemi organici, per gli invertebrati quello degli organi di vita vegetativa, pei vertebrati quello degli organi di relazione. Degni di nota sono anche i sistemi quinari di Mac Leay e di Kaup, fondato il primo sulla teoria che il regno animale formi una grande serie circolare rientrante, che le serie che ne derivano possano sole essere considerate come gruppi naturali, che vi siano cinque grandi divisioni animali unite fra loro da altre cinque minori; il secondo sulla supposizione che il corpo degli animali risulti di cinque regioni ciascuna delle quali ha raggiunto un alto grado di sviluppo in una delle cinque classi nelle quali Kaup divide gli animali...

Intanto però i tipi di Cuvier erano dagli zoologipiù dotti presi sempre come il punto di partenza delle nuove classificazioni. Così fecero Agassiz, Baer, Beneden, Milne Edwards, Siebold che ebbe il merito di separare dagli zoofiti raggiati gli infusori e i rizopodi, considerando questi come protozoari, Leuckart e Frey ai quali si debbono i gruppi dei celenterati e degli echinodermi, Owen (1855), Gravenhorst (1840), van der Hœven, ecc.

Anche la letteratura zoologica esegetica ebbe notevole sviluppo. Non volendo trasformare questo capitolo in un catalogo, ricorderemo solo Xivrey (1836) che scrisse dei mostri, Amoureux (1818) e de Müller (1852) che s' occuparono del liocorno, de Olfers (1839) che scrisse delle opinioni dei popoli asiatici sugli animali giganteschi dei quali si trovano i resti, Mannhardt, Grohmann, Rochholz Thunberg (1825), Gorrie (1829), Thompson (1835) e altri che scrissero degli animali biblici, Köhler che studiò i cefalopodi d' Aristotele, Billerbeck che studiò gli uccelli di Aristotele e di Plinio, ecc.

III.

La botanica al principio del secolo XIX — I classificatori — Alessandro de Humboldt — Amato Bonpland — A. de Candolle — Roberto Brown — Endlicher; Brongniart, Lindley — La dottrina delle metamorfosi — La fillotassi di Schimper e Braun — L'opera di Schleiden — L'anatomia botanica — Perfezionamenti delle osservazioni microscopiche — Ugo Mohl — La fisiologia vegetale — Le flore europee ed esotiche.

I primi anni del secolo XIX trovarono Humboldt e Bonpland intenti a pubblicare la relazione dei loro viaggi scientifici nelle regioni equinoziali del Nuovo Continente, e De Candolle, giovanissimo ancora, direttore del giardino botanico e insegnante di botanica a Montpellier, intento a redigere le sue teorie botaniche.

Il barone Alessandro di Humboldt era nato a Berlino nel 1769, nello stesso anno fecondo nel quale nacquero Napoleone e Chateaubriand, Cuvier e Walter Scott. Studiò a Goettingue e a Freiberg. A Goettingue conobbe Forster, uno dei compagni di Cook, e i suoi racconti esaltarono in lui la passione dei viaggi già manifestata con numerose escursioni scientifiche. Nel 1779 partì per la Spagna insieme col botanico Bonpland, e dalla Spagna si recò in America, dove rimase cinque anni, sopportando ogni sorta di fatiche, affrontando mille pericoli, raccogliendo nel giorno piante e minerali, misurando i corsi d'acqua, studiando le popolazioni indigene, osservando e studiando gli astri la notte, e redigendo note accuratissime delle cose vedute. Come scrisse Klencke, Humboldt fu per molti rami della scienza il primo che vi portò luce ed intelligenza, ordinando con le proprie le osservazioni altrui, scoprendo leggi, connettendo fatti isolati, ponendo finalmente l'umanità nella condizione di concepire e di studiare il cosmo. Egli fondò la geografia comparata, imaginò una nuova teoria della formazione della terra, studiò la genesi e l'azione dei vulcani, stabilì i rapporti fra i diversi rami della storia naturale, creò una scienza nuova: la geografia delle piante,

Busto di Alessandro di Humboldt.

e prese una parte attivissima all'opera di Bonpland sulle « Piante equinoziali », i capitoli della quale relativi alla distribuzione geografica delle famiglie vegetali, e la maggior parte dei disegni, sono suoi. Humboldt morì nel 1859, l'anno che segnò la pubblicazione dell'ultimo volume di quell'opera meravigliosa che è il « Cosmos », saggio d'una descrizione fisica del mondo.

Poco più giovane di lui, Amato Bonpland era nato nel 1773 a la Rochelle, ed esercitò la chirurgia prima che, sviluppatasi in lui la passione per la botanica, seguisse Humboldt in America, donde portò seimila piante sconosciute in Europa, delle quali descrisse i caratteri e le proprietà nei due grossi volumi delle « Piante equinoziali » e che donò al Museo di Storia Naturale di Parigi. Nel 1815 ritornò nell'America del Sud; ma imprigionato l'anno seguente nel Paraguay per ordine del dittatore Francia, che volle vedere in lui una spia politica, non riacquistò la libertà che nel 1832. Morì nel Brasile nel 1858. A Bonpland si debbono, oltre l'opera citata, la monografia delle « Melastomee », due volumi in folio con centoventi tavole di disegni, una « Descrizione delle piante rare della Malmaison » della quale fu direttore sino al 1814, un'opera sulle « Mimosee ed altre piante leguminose del Nuovo Continente », e i sette volumi « *Nova genera et species plantarum* ».

G.E. Galliéni

Agostino Piramo de Candolle

Agostino Piramo de Candolle nacque nel 1778 a Ginevra da una famglia calvinista provenzale espatriata. Recatosi a Parigi diciottenne per studiarvi medicina, innamoratosi della botanica alle lezioni di Desfontaines, nel 1799 pubblicava una « Storia delle piante grasse » che già gli assicurava fama tra i botanici, numerose memorie sul sonno delle piante, e la sua tesi dottorale « Sulle proprietà medicinali delle piante ». Lamarck gli diede l'incarico di rifondere la sua « Flora francese ». Morto Broussonnet, nel 1808, ebbe la cattedra di botanica a Montpellier; nel 1813 pubblicò la sua « Teoria elementare della botanica », opera notevolissima, nella quale sono indicati i rapporti naturali delle parti della pianta, da lui profondamente analizzate, ed è posta la prima base della sua teoria generale sulla organizzazione degli esseri, ciascuna classe dei quali è, secondo il de Candolle, sottoposta ad un piano generale sempre simmetrico, qualunque ne sia l'apparenza. Costretto nel 1815 a lasciar la Francia, riparò a Ginevra, dove fu istituita per lui una cattedra di botanica, e dove intraprese un lavoro colossale, la descrizione di tutte le piante note. Egli ne pubblicò la prima parte nel 1824, e la continuò poi fino alla morte, che seguì nel 1841, affidandone la continuazione al figliuolo, che ue pubblicò nel 1849 l'ultimo volume. L'opera gigantesca consta di dodici grossi volumi di settecento ad ottocento pagine ciascuno, e comprende la descrizione

G.E. Galliéni

Roberto Brown.

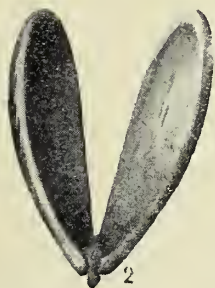
di ottantamila piante classificate secondo l'ordine naturale. Di de Candolle abbiamo inoltre la « Organografia », la « Fisiologia vegetale », che gli fruttò il grande premio della Società Reale di Londra, la « Geografia botanica », le « Esperienze relative alla influenza della luce sui vegetali » e infinite opere minori. Mente superiore, abbracciò col suo genio tutti i rami della scienza dei vegetali. I suoi lavori di sistematica pratica e di botanica descrittiva sono notevolissimi: nessuno dei botanici che lo precedettero o lo seguirono seppe giungere alla sua altezza. Egli è il primo botanico che abbia stabilito una distinzione netta fra i caratteri fisiologici ed i morfologici, e che abbia messo in luce la discordanza che esiste fra la parentela morfologica e l'*habitus* fisiologico: discordanza la quale racchiude un problema che i botanici non poterono risolvere se non quarant'anni dopo, grazie alla teoria della selezione di Darwin. Sottoponendo a profondi studi comparati le forme vegetali fra le quali i botanici precedenti avevano già stabilito dei rapporti di parentela indiscutibili, de Candolle scoprì l'esistenza del *piano di simmetria*, che si designò più tardi col nome di *tipo*, ne fece l'oggetto di studi speciali, lo confrontò con le particolarità abituali delle differenti piante l'organizzazione delle quali rispondeva alle stesse leggi di simmetria, e scoprì così le cause di tutte le modificazioni anormali che subiscono i vegetali, cioè l'aborto, la degenerazione, e i vizi di conformazione.

Esperienza della decomposizione dell'acido carbonico nelle parti verdi delle piante per opera della luce.

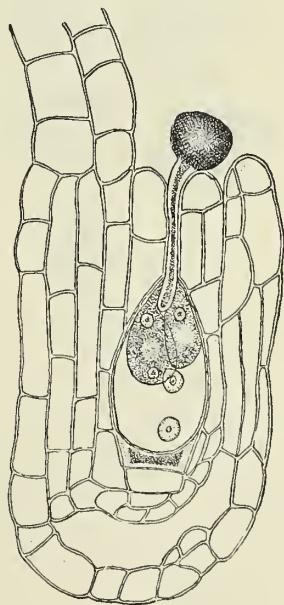
In una classificazione, che comprende centosessantuna famiglie vegetali, mentre quella di Linneo ne comprendeva solo sessantasette, e quella di Jussieu cento, è fondata su teorie che Mohl, dodici anni più tardi, dimostrò erronee, e su fatti il valore morfologico dei quali è assolutamente secondario, ma non è certo priva di valore. La « Fisiologia delle piante » di de Candolle è il migliore di tutti i libri di fisiologia vegetale che furono pubblicati dopo la « Fisica degli alberi » di du Hamel (1700-1781), la celebre opera pubblicata nel 1758. La sua teoria della nutrizione delle piante, per quanto possa parere strana la preponderanza che vi si dà alla forza vitale, ha il vantaggio di coordinare esattamente i fatti, ed ha il merito, più grande ancora, di attribuire alle funzioni delle foglie da lui perfettamente determinate, alla decomposizione dell'acido carbonico sotto l'azione della luce, alla formazione delle sostanze organizzate nell'interno delle foglie, un'importanza capitale che ne fa il centro della nutrizione vegetale.

1. Ovulo ortotropo. 2, Ovulo anatropo

Contemporaneo di de Candolle fu l'inglese Roberto Brown, figliuolo d'un pastore protestante di Montrose, nato nel 1773, e morto nel 1858. Studiò medicina ad Aberdeen e ad Edimburgo, fu medico militare nel nord dell'Irlanda, prese parte come naturalista alla spedizione scientifica nell'Australia e

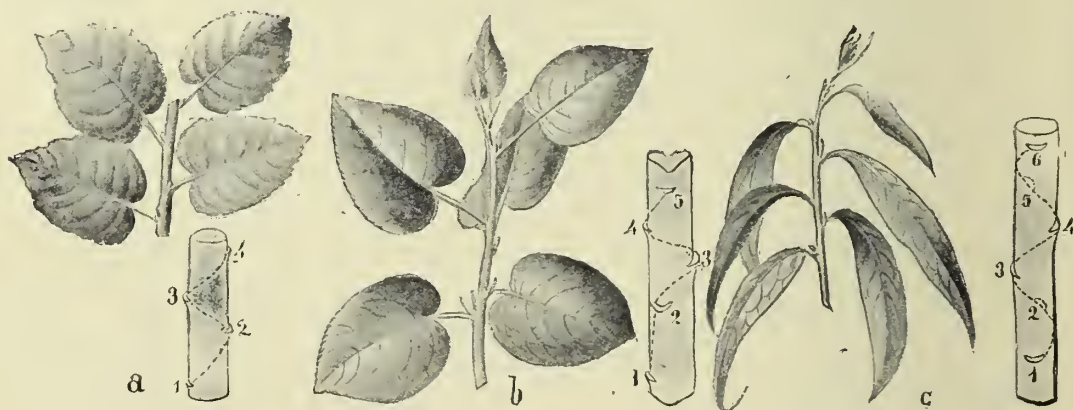
vi rimase cinque anni riportandone quattromila specie vegetali, per la massima parte nuove, e pubblicò numerosissime opere botaniche. *Botanicorum facile princeps*, come lo chiama Humboldt, mise in luce per primo i singolari rapporti di numero esistenti fra gli stami, i carpelli e gli involucri florali delle Monocotiledonee e delle Dicotiledonee; studiò le modificazioni che l'aborto

Cotiledoni coll'embrione
1, d'una Monocotiledonea — 2, d'una Dicotiledonea.

Fiore d'una conifera (Pinus silvestris)
1, fiore maschio — 2, fiore femmina.

può indurre in tali rapporti tipici, che egli chiama rapporti simmetrici, togliendo la denominazione al vocabolario di de Candolle; studiando una nuova specie della Nuova Olanda, la Kingia, e facendo delle ricerche sulla natura degli ovuli sterili delle Cicadee e delle Conifere, compì i primi passi che dovevano condurre alla storia dello sviluppo, constatando nell'ovulo non fecondato la distinzione fra i tegumenti e la nocella, scoprendo in questa il sacco embrionale già intravisto da Malpighi e da Grew, provando che l'ilo corrisponde al punto d'attacco dell'ovulo, e che il micropilo non è altra cosa che il canale formato dai tegumenti e che conduce verso la sommità del nucleo; distinse gli ovuli anatropi e gli ortotropi a seconda che il micropilo è situato a lato dell'ilo o di fronte ad esso; dimostrò che l'embrione occupa invariabilmente nel sacco embrionale, all'origine del suo sviluppo, il punto più vicino al micropilo, e che la radice dell'embrione è sempre volta verso di questo; definì per primo esattamente l'endosperma come una massa nutritizia rinchiusa nel sacco embrionale dopo la fecondazione, e per primo considerò il perisperma come una sostanza che ha origine esteriore al sacco embrionale, nel tessuto del nucleo. Brown segnalò inoltre le particolarità della struttura del fiore delle Conifere e delle Cicadee, rettificò le idee che si avevano allora dell'ovulo nudo considerato come il fiore femminile di quelle piante, confermando così le idee di Trew (1767): studiò la gimnospermia che

Budello pollinico fecondante un ovulo di orchidea.

venticinque anni dopo doveva indurre Hoffmeister a formare una nuova classe per le Cicadee e le Conifere sino allora comprese fra le Dicotiledonee; fu il primo a seguire il passaggio dei budelli pollinici negli ovari delle Orchidee sino agli ovuli. Finalmente seppe meglio di de Jussieu e di de Candolle opporre il sistema naturale in tutta la sua originalità ai sistemi artificiali, stabilendo una distinzione precisa fra i caratteri che hanno un'importanza sistematica e che appartengono al dominio della morfologia pura, e le funzioni fisiologiche alle quali questi stessi organi sono adibiti; le opere di Roeper (1828), di Fuhlrott (1829), di Bartling (1830), evidentemente inspirate dalle pubblicazioni di Brown, contribuirono a dar sempre maggiore diffusione e incremento al metodo naturale nella classificazione dei vegetali.

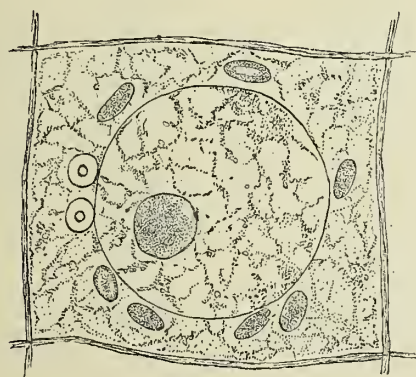
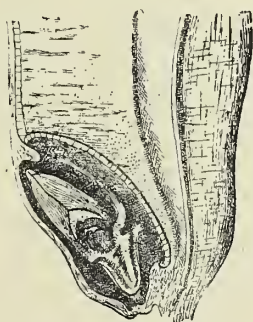
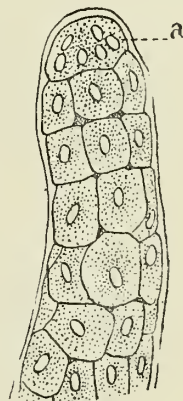
Fra i botanici più degni di nota in fatto di sistematica, nella prima metà del secolo, sono inoltre Endlicher, Brongniart e Lindley.

Stefano Ladislao Endlicher nacque nel 1805 a Presbourg: abbandonò gli studi della teologia per quelli della botanica, e fu professore di botanica e direttore del giardino botanico a Vienna: donò allo Stato la sua biblioteca e un erbario di grandissimo valore, impiegò tutto il suo patrimonio nella fondazione degli *Annalen des Wiener Museum*, nell'acquisto di preziose collezioni, nella pubblicazione delle opere proprie e di colleghi poveri, e nel 1849, disperato per la miseria nella quale era caduto, s'avvelenò con l'acido prussico. Classificatore dei più distinti che abbiano mai vissuto, la sua classificazione

Fillotassi
a Ciclo $^1/_2$ (Tiglio); *b* ciclo $^1/_3$ (Alno); *c* ciclo $^2/_5$ (Pesco).

ebbe in Germania l'importanza che ebbero quella di Brongniart in Francia (1843) e quella di Lindley (1845) in Inghilterra: classificazioni dalle quali Darwin doveva poi trarre i principi fondamentali della sua teoria della discendenza.

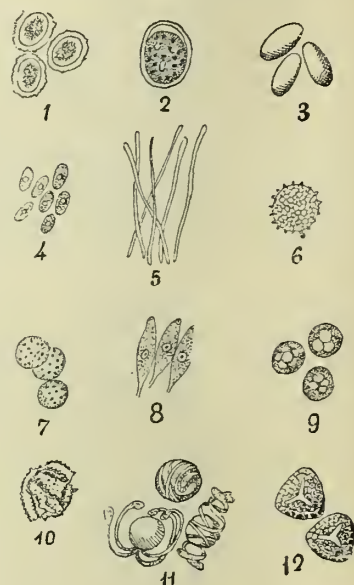
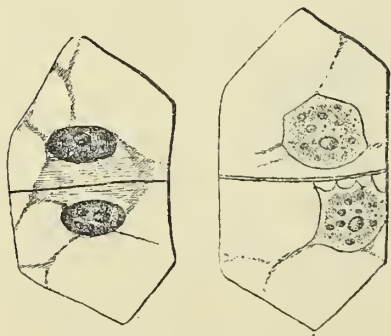
Mentre de Candolle, Brown e gli altri classificatori cercavano di scoprire, mercè lo studio comparativo delle differenti specie vegetali, le affinità che le uniscono le une a le altre, altri botanici si proponevano di mettere in luce i rapporti intimi che esistono fra gli organi differenti di una sola e medesima pianta, giacchè accanto alla dottrina della simmetria di de Candolle, che assegnava un piano di simmetria ideale o un tipo fondamentale

alle differenti specie vegetali, era sorta per opera di Goethe la dottrina delle metamorfosi, la quale ammetteva l'idea di un organo fondamentale, di cui gli organi fogliari nelle loro forme differenti non sono che modificazioni e varietà.

Già Cesalpino aveva dato alla corolla l'appellativo *folium*, e, come Malpighi, aveva considerato i cotiledoni quali foglie, e Jung aveva notato come le foglie d'uno stesso ramo sian differenti a differenti altezze, e Wolff (1766) aveva dichiarato non veder egli nella pianta altra cosa che fusto e foglie, quando Goethe concepì questa sua dottrina, la quale, per altro, come si può facilmente dedurre da una lettura attenta delle sue opere, fu dapprima incerta e oscura. Solo negli ultimi anni della sua vita Goethe vide sprigionarsi, dalle incertezze e dalle tenebre che l'avevano sin allora avvolta, l'idea precisa d'una metamorfosi fisica compiuta nel tempo; e fu quando egli comprese

Cellula vegetale.

Embrione nella cellula ovo.
Sezione ongitudinale
(Triticum vulgare).

Uva lactnea — *a* cellula apicale.

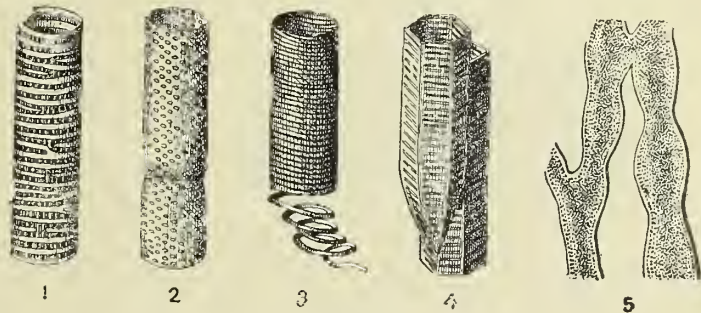
insieme la necessità di ammettere delle modificazioni subite dalle specie, modificando così le antiche credenze nella costanza delle specie stesse. Ma la filosofia della natura, le opere di Vogt, di Kieser, di Schulz, di Meyer, di Agardh, di Turpin, di du Petit-Thouars, e d'altri numerosi, avevano contribuito a circondare ciò che v'era di buono in tale dottrina di tali e tante scorie, che una concezione idealista del mondo vegetale potè balzarne fuori solo più tardi, per opera sopratutto di Schimper e di Braun.

Carlo Federico Schimper, nato a Mannheim nel 1803, morto nel 1867 a Schwetzingen, fondò nel 1830 la dottrina che egli designò sotto il nome di teoria della disposizione delle foglie, e che quattro anni dopo espose perfezionata, completa, al Congresso dei Naturalisti di Stuttgart. Alessandro Braun è l'autore d'uno studio che apparve nella rivista *Flora* del 1835 sotto forma d'un riassunto dei corsi di Schimper. Già Cesalpino, e più tardi, verso la metà del secolo precedente Bonnet, avean notato che le foglie sono inserite sui rami che le portano secondo certe regole geometriche. Nella sua *fillotassi*, o dottrina dell'ordinamento delle foglie, Schimper riferisce tutti i rapporti di posizione ch'egli segnala, ad un solo ed unico principio: ed è ciò che la caratterizza e forma insieme il suo merito principale e il suo vizio fondamentale. Questo principio implica delle teorie speciali circa l'accresci-

mento del fusto: secondo Schimper questo sviluppo segue una progressione, che si potrebbe paragonare, nella sua forma, ad una spirale lo sviluppo della quale esagerandosi localmente produrrebbe le foglie. La direzione di questa spirale può in una medesima specie vegetale mutare sul medesimo asse, e variare da una foglia all'altra. Le differenze che esistono fra i rapporti di posizione delle foglie si possono determinare considerando, non già le distanze longitudinali delle foglie, ma la distanza laterale che separa la foglia dal ramo. Il modo d'osservazione che Schimper applica a queste differenze laterali o a queste divergenze delle foglie che si seguono sul medesimo ramo, il principio in virtù del quale egli riferisce queste differenze di posizione ad una legge comune, costituiscono le caratteristiche di tale dottrina. Grazie a processi abilissimi Schimper mette i botanici in grado di riconoscere e segnalare, mercè la considerazione di particolarità secondarie, i veri rapporti di posizione delle foglie e l'esistenza della spirale genetica, in certi casi nei quali la successione genetica delle foglie, e quindi le loro divergenze, non si rivelano immediatamente all'osservazione. Studi pazienti e profondi gli permisero di constatare la straordinaria diversità delle disposizioni delle foglie, ma gli provarono nello stesso tempo che questi rapporti di posizione si presentano d'ordinario in numero relativamente ristretto, e che le divergenze abituali —$^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^5/_{21}$, ecc. — si trovano fra loro in uno strano rapporto, in quanto addizionando i numeratori e i denominatori di due frazioni successive della serie si ottiene il numeratore e il denominatore della frazione che segue. Grazie a questa teoria, perfezionata da un'abile nomenclatura, i botanici poterono arricchire il vocabolario di espressioni chiare, precise, che rispondevano alle necessità della descrizione delle forme vegetali più differenti. Inoltre essa ebbe il grande merito di permettere ai botanici di perfezionare e condurre ad un metodo definitivo gli studi morfologici che avevano per oggetto l'osservazione comparata, non solo dei fiori e delle infiorescenze, ma anche degli apici vegetativi e delle loro ramificazioni, contenendo quindi in sè stessa uno degli elementi della storia dello sviluppo, giacchè essa fondava tutte le osservazioni riferentisi alle forme vegetali sul fatto della successione genetica delle foglie e delle loro gemme ascellari, successione che si estende dalla base della pianta alla sua sommità. La fillotassi, non ostante i suoi vizî fondamentali, che

Spore di crittogame.
1. Trichia varia — 2. Nostoc Linckii — 3. Mucor mucedo — 4. Protomyces pachidermus — 5. Clavicops purpurea — 6. Tilletia trittici — 7. Russula rubra. — 8. Esobasidium vaccinii — 9. Marcantia polymorpha — 10. Scolopendrium vulgare — 11. Equisetum arvense — 12. Lycopodium clavatum.

Divisione d'una cellula. Due stadi successivi.

trent'anni dopo Hoffmeister doveva rivelare, sebbene vi si trovi questa concezione idealista della natura che trascura il rapporto della causa all'effetto, perché considera le forme organiche come imagini di idee eterne, e confonde le astrazioni della mente con la natura obbiettiva delle cose, conforme in questo alle dottrine platoniche, è tuttavia una delle dottrine più notevoli prodotte nel campo della morfologia vegetale. Dieci anni dopo i fratelli S. ed A. Bravais fondarono un'altra teoria fillotassica che ci limitiamo a ricordare. Ma dobbiamo accennare agli studi profondi che Alessandro Brown consacrò alla fillotassi nel periodo dal 1840 al 1860, non foss'altro perchè quegli studi lo condussero ad altri più profondi ancora intorno

Tessuto sugheroso.

1 2 3 4 5

Tessuto vascolare
1, Vaso striato — 2, Vaso puntato — 3, Vaso tracheale — 4, Vaso scalariforme — Vaso latticifero.

ai principî fondamentali della filosofia naturale teleologica ed al contrasto che esiste fra questa e la scienza moderna, ed alla pubblicazione di opere che lo resero celebre.

Ma non ostanti tutti questi reali progressi, ed altri ancora dei quali diremo più innanzi, verso la metá del secolo XIX mancava ancora in fatto di botanica una concezione generale che riunisse tutte le nozioni utili e preziose che si avevano già, mancava uno studio d'insieme fondato sui principî della sistematica critica, e che desse un'idea chiara e precisa della ricchezza già acquisita, quando, nel 1842, Matteo Giacobbe Schleiden, nato ad Amburgo nel 1804, professore a Jena, giá favorevolmente noto per alcune pubblicazioni sull'anatomia e sullo sviluppo dei vegetali, pubblicò un « Trattato di botanica generale » al quale fece precedere una introduzione sulla natura del metodo induttivo opposto al'a filosofia dogmatica, e che, rivelando da una parte la classe delle Crittogame in tutta la sua originalità e in tutta la sua importanza, stabilendo le basi della storia dello sviluppo del fiore aprì un largo campo di fatti e di idee ai botanici, e segnò per la botanica un'era novella. Schleiden morì a Francoforte sul Meno nel 1881. Oltre l'opera citata pubblicò nel 1861 « La pianta e la vita », nel 1877 « L'importanza degli ebrei nella conservazione della scienza nel Medio Evo » e altre opere minori.

Orchidea (Orchis morio) impollinata da un imenottero.

Suo contemporaneo e continuatore, Nägeli pubblicava nel 1844 i suoi

interessanti studi morfologici sulle crittogame inferiori e sulle fanerogame, ai quali aveva dato per punto di partenza la nuova teoria della cellula, per cui la prima formazione degli organi e il loro ulteriore sviluppo eran riferiti allo sviluppo delle cellule, constatando come cellule determinate diano luogo alla formazione primitiva e allo sviluppo ulteriore di ciascun organo, dimostrando (1845-1846) l'esistenza di tre forme principali secondo le quali si divide una cellula apicale, provando infine che l'accrescimento d'una pianta può presentare le differenziazioni morfologiche abituali in asse, foglia e radice anche quando le divisioni cellulari non si producono nell'interno della cellula riproduttiva al momento della formazione e durante lo sviluppo ulteriore di quest'ultima.

Esperienza sul geotropismo
1. Apparecchio per osservare le flessioni geotropiche delle radici.
2. Fusto di graminacea curvato geotropicamente.

Carlo Guglielmo Nägeli, botanico veramente insigne, era nato nel 1817 a Kilchberg, e morì nel 1891 a Monaco. Nella sua pubblicazione « intorno allo svilnppo del polline nelle fanerogame » formulava già (1842) la sua teoria della intussuscezione.

A Nägeli si devono inoltre importanti studi sulla teoria meccanica fisiologica dell'origine delle specie miste, nella quale è un'applicazione della teoria darwiuiana della lotta per l'esistenza, un'importante monografia sul *Hieracium* (1885), una « Fisiologia delle piante », un « Trattato del microscopio », una monografia sull'amido nella quale è sviluppata la sua teoria della intussuscezione ora abbandonata in seguito agli studi ed alle osservazioni di Schimper, di Schmith e di Strassbürger, e finalmente alcuni studi speciali sistematici e descrittivi sulle Alghe (1847-1849). Studi non meno importanti sulle Marchanziee si debbono a Mirbel (1835), sulle Marchanziee e sulle Ricciee a Bischoff di Dürkheim (1842), sui Muschi a Schimper (1850) e a Beninga (1847), a Suminsky (1848) sulle Felci, ecc. Nel 1849 Hoffmeister dimostrò che la cellula-ovo si trova già nel sacco embrionale prima della fecondazione, e che il budello pollinico introducendovisi determina uno sviluppo ulteriore della cellula stessa seguito dalla formazione dell'embrione; estese più tardi le sue ricerche allo studio della embriologia delle Muscinee e delle Crittogame vascolari (1851) e delle Angiosperme, e potè constatare come l'alternanza delle generazioni allora scoperta negli animali si verifichi anche nei vegetali. Agardh, Harvey, Kützing, von Esenbeck, Fries, de Léveillé, de Ber-

Hedysarum girans.

keley, Meyen, Hornschuch, Unger, Areschoug, Morren, Braun, Thuret, Pringscheim, de Bary, Bock, Dutrochet, Trog, Burnet, Schmitz, Wallroth, Schwendener, coi loro studi profondi sulle Crittogame inferiori e superiori contribuivano infine potentemente allo sviluppo della scienza morfologica e sistematica vegetale.

Spermatozoidi di Crittogame
1. Saleginella cuspidata. — 2. Polipodium vulgare. — 2 Sphagnum acutifolium. — 4. Marchantia polimorpha — 5. Phytophtora infestans — 6. Fucus vesciculosus — 7. Botridium granulatum — 8. Ulothrix zonata. — 9. Volvox aureus.

L'anatomia botanica, che nel secolo XVIII avea fatto notevoli progressi con Wolff (1733-1794) e con Hedwig (1730-1799), fu naturalmente oggetto delle più appassionate ricerche nel secolo XIX. Già nel 1802 il « Trattato di anatomia e di fisiologia vegetale » di Brisseau de Mirbel aveva sollevato infiniti problemi e dato luogo a critiche e considerazioni importanti per opera sopratutto di Sprengel (1802), Bernhardi (1805), Treviranus (1816), Link (1807) e Moldenhawer (1812), quando i perfezionamenti del microscopio, che, dopo Malpighi e Grew, non aveva dato presso che alcun nuovo e importante risultato, segnarono un' epoca nuova per l'anatomia.

Fu nel 1827 che Amici costruì i primi obbiettivi acromatici ed aplanatici mercè tre lenti vitate le une sulle altre e con la superficie piana volta verso l'oggetto da esaminare, e fu in quel tempo, o poco prima, che incominciarono anche i primi seri progressi nell'arte di approntare i preparati anatomici per l' esame microscopico.

Mimosa pudica
1, colle foglie in posizione normale — 2, colle foglie in posizione di sonno od irritate.

Per tacere di tanti altri indubbiamente minori, dobbiamo citare qui Ugo Mohl, nato a Stuttgard nel 1805, morto nel 1872 a Tübingue, un naturalista nel senso più vero della parola, un botanico distintissimo, abilissimo investigatore, profondo microscopista, dotto in tutte le scienze affini od ausiliarie della botanica. Mohl s' occupò per quarant' anni dell'anatomia vegetale.

Nel 1830 si diede allo studio dello sviluppo delle cellule; nel 1833 descrisse

lo sviluppo delle spore delle Crittogame più differenti; nel 1835 pubblicò una memoria sulla moltiplicazione delle cellule d'un'alga, per divisione; nel 1838 descrisse la divisione cellulare che si osserva nello sviluppo degli stomi; stabilì per primo i principî della storia dello sviluppo vascolare, e la sua teoria dell'inspessimento delle membrane cellulari, che si trova in sostanza nel lavoro che pubblicò nel 1828, e che tratta dei pori del tessuto cellulare, può essere considerata come una nuova concezione della scoltura della membrana dal punto di vista dello sviluppo. Importantissimi furono i suoi lavori sul protoplasma che egli designò appunto col nome ora usato. Egli per primo stabilì un principio di grande importanza affermando che i vasi del legno debbono la loro origine a cellule, come gli elementi fibrosi del libro e del legno che per molto tempo si credettero cellule allungate; egli per primo affermò che i vasi hanno origine da cellule chiuse disposte in serie, fece scoperte notevoli sulla natura chimica delle membrane cellulari, sullo sviluppo del tessuto tuberoso, sulle lenticelle del sughero.

A Schleiden, Unger, Nägeli, Mohl, ed altri devonsi anche profondi studi intorno alla funzione delle cellule. Alle discussioni che ebbero luogo verso la metà del secolo sull' interessante argomento presero parte Meyen, Endlicher, Braun, Hoffmeister, Schacht, Wigaud, Sanio, Müller, Franck, ecc. portando tutti notevole incremento alla scienza. Moldenhawer, Unger, Schacht, Nägeli contribuirono pure con altri, e segnatamente con Mohl, Sanio, Millardet ed Eichler, alla classificazione dei tessuti. Gli studi di Nägeli sui granuli d' amido lo portarono, come notammo, nel 1858, ad emettere la sua ben nota teoria della atruttura molecolare e dello sviluppo per intussuscezione, certo non meno importante dei resultati de' suoi studi sui fenomeni della polarizzazione, che servirono a mettere in luce i rapporti che uniscono la natura organica e l'inorganica, e le differenze che le distinguono.

Rosa di Gerico.

La fisiologia vegetale ebbe inizio nel tempo in cui la chimica e la fisica acquistarono l'importanza di vere scienze naturali. Fu infatti nella seconda metà del secolo XVII, e precisamente fra il 1670 e il 1700, che la Società Reale di Londra pubblicò le opere di Malpighi e di Grew, opere che segnarono un'era novella per la scienza. I primi scritti di Camerarius, nato a Tübingue nel 1665, morto nel 1721, tanto importanti sopratutto per quel che si riferisce alla teoria della sessualità delle piante, pubblicati in Germania nelle Effemeridi dell' « *Academia Naturae Curiosorum* », le ricerche organizzate per cura della Accademia delle Scienze sotto la direzione di Dodart su argomenti di

fisiologia vegetale, segnarono il primo notevole progredire di questo ramo della scienza delle piante. I botanici inglesi studiarono i movimenti dei succhi; Malpighi considerò le foglie come gli organi della nutrizione: Ray studiò gli effetti della azione della luce sui vegetali; Camerarius scoprì la potenza fecondatrice del polline... Poi, dal 1727 al 1758, segue un periodo di sosta nel pensiero e nell'attività scientifica. È la « Fisica degli alberi » di du Hamel già citata, che nel 1858, aggiungendo a un fedele riassunto dell'opera dei botanici

Flora americana.

precedenti nuove osservazioni, dà luogo ad un secondo risveglio. Già nel 1772 Koelreuter, nato a Sulz sul Neckar nel 1733, morto nel 1806 a Carlsruhe, riprendeva alacremente gli studi sulla sessualità, che occuparono anche il nostro Spallanzani e il Volta, creava i primi ibridi vegetali con metodi artificiali, studiava l'apparecchio fecondatore, metteva in luce i rapporti che esistono tra i fiori e gli insetti, rapporti che Corrado Sprengel, nato nel 1750, morto nel 1816, nel 1793 studiava e svelava in modo quasi completo. Verso il 1780 Ingen-Houss, nato a Breda nel 1730, morto a Londra nel 1799, provò che sotto l'influenza della luce le parti verdi dei vegetali assorbono acido carbonico, espellono ossigeno, e trattengono quindi il carbonio che accumulano sotto forma di composto organico; provò inoltre che i vegetali per ogni loro parte assorbono di continuo ossigeno ed espellono acido carbonico, e che quindi posseggono una funzione respiratoria analoga a quella degli animali. Poco tempo dopo, nel 1804, Teodoro de Saussure, nato nel 1767 a Ginevra, morto nel 1845, figlio del celebre alpinista, continuando tali studi, riusciva a confutare

brillantemente le teorie allora in voga che consideravano le ceneri dei vegetali come elementi insignificanti della nutrizione, introdotti accidentalmente nelle piante, e constatava l'azione delle forze fisiche sulla vegetazione. Quasi contemporaneamente Senebier, nato a Ginevra nel 1742, morto nel 1809, faceva conoscere l'influenza che la luce esercita sullo sviluppo e sulla colorazione verde delle piante, e de Candolle constatava l'azione della luce stessa sui movimenti periodici delle foglie e dei fiori, mentre Knight (1806) scopriva i fenomeni del geotropismo, attribuendo alla forza di gravità terrestre lo sviluppo del fusto che si dirige verso il cielo, e lo sviluppo della radice che si dirige verso terra.

Nel 1822 Treviranus sottoponeva le strane teorie di Schelwer e di Henschel, suo discepolo, e degli altri così detti filosofi della natura, che arriva-

Flora asiatica.

vano persino a considerare la forza vitale come principio creatore delle ceneri e del carbone delle piante, ad una critica che le distruggeva, e la fisiologia vegetale ebbe nuovo incremento. Già Treviranus stesso aveva nel 1807, come Bonaventura Corti sino dal 1772, constatato il movimento giratorio del protoplasma nell'interno delle cellule; Schleiden, Amici, de Raspail ed altri confermarono il fenomeno e lo studiarono. Nel 1837 Herbert pubblicava i risultati dei suoi interessanti studi sull'ibridismo, e Carlo Federico Gartner, nato nel 1772 a Calw, morto a Calw stessa nel 1850, incominciava quei suoi studi profondi sulla fecondazione normale e sugli ibridi, che dovevano durare vent'anni e dare sì notevoli resultati. Verso la metà del secolo Hoffmeister stabiliva su solide basi l'embriologia microscopica delle fanerogame.

Nel 1822 Teodoro de Saussure studiò la generazione del calore nei fiori e constatò ch'essa dipende dalla respirazione; nel 1832 Göppert scoprì come le piante germinando e vegetando producano pure calore. Frattanto Dutrochet, nato nel 1776, morto nel 1847, tentava per primo di spiegare i movimenti dei succhi nell'interno delle piante mercè i fenomeni osmotici, e pubblicava le sue opere complete (1837), e De Candolle, Roeper, Treviranus e Meyen pubblicavano i loro estesi trattati di fisiologia vegetale. Nel 1846 e nel 1849

Amici e Hoffmeister, confutando le teorie di Schleiden, provarono che il germe rinchiuso nel sacco embrionale esiste già prima dell'apparizione del budello pollinico, e che questo determina lo sviluppo ulteriore del germe, il quale finisce col formar l'embrione. Nel 1851 Hoffmeister scoprì che gli spermatozoidi delle crittogame vascolari e dei muschi, scoperti in parte da Unger e Nägeli, servono a fecondare l'ovo racchiuso nell'organo femminile e a provocarne il progressivo sviluppo. Poco tempo dopo si trovò che le funzioni sessuali esistono in molte specie di alghe; ma fu solo nel 1855 che Pringscheim provò come non già dal contatto semplice degli organi, ma per la fusione delle sostanze dello spermatozoide e dell'ovo, abbia luogo in esse la fecondazione. Con la teoria della sessualità anche la chimica degli alimenti della pianta ebbe notevole sviluppo in questo periodo di tempo, ma non tanto per opera dei botanici, quanto per opera dei chimici. Così già prima del 1840 Boussingault aveva intrapreso delle ricerche sperimentali ed analitiche dirette a specificare le materie alle quali le ceneri delle piante devono la loro origine, a determinare lo sfruttamento dei terreni per parte delle piante, a trovar il modo di renderli ancor capaci di nutrirle mercè acconci ingrassi. Procedendo nelle sue ricerche trovò fra l'altro che l'azoto atmosferico libero non ha alcuna parte nella funzione della nutrizione vegetale e che, quando questa si compie normalmente, le piante assorbono l'azoto sotto forma di composto. Quasi contemporaneamente Giusto Liebig richiamava l'attenzione sull'immensa importanza pratica che dal punto di vista dell'agricoltura e dell'economia forestale offre la teoria della nutrizione vegetale, e Wolff, Franz, Schulze, Boussingault si occupavano dell'interessante problema con notevoli resultati pratici. Frattanto erano segnalati i rapporti che esistono fra il calore proprio dei vegetali e l'assorbimento dell'ossigeno, si facevano nuove scoperte intorno allo sviluppo della radice, e si controllavano quelle già fatte da Cotta (1806), da Cassini (1821), e da altri sullo sviluppo del fusto; Brucke (1848) pubblicava un importante lavoro sui movimenti delle foglie della Mimosa, ed Hoffmeister (1857) faceva noti i resultati delle sue ricerche sul fenomeno noto sotto il nome di pianto

Flora asiatica.

della vite, provando ch'esso è comune a tutte le piante legnose, e che può verificarsi in ogni stagione dell'anno purchè le piante si trovino in determinate condizioni.

Il secolo XIX vide pure, fin dal suo inizio, le pubblicazioni di « flore » importanti delle diverse regioni d'Europa e dell'altre parti del mondo, dovute queste ultime al moltiplicarsi delle spedizioni scientifiche.

Noi non possiamo naturalmente pubblicare un elenco completo di tutte queste pubblicazioni, e per ragioni di spazio, e per la natura stessa di questo scritto; non possiamo per altro esimerci dal citarne qualcuna. Ricordiamo

Flora africana.

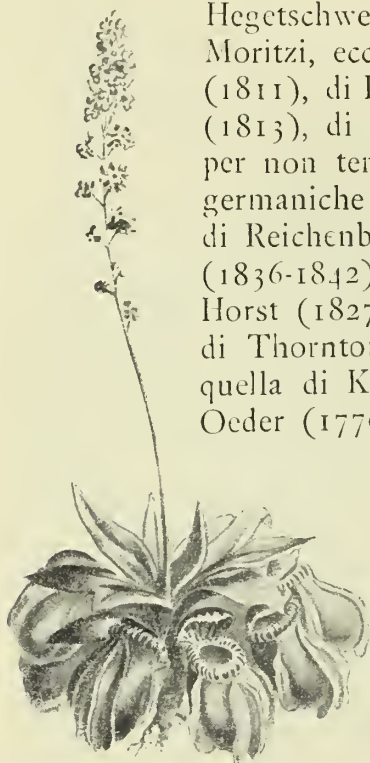
perciò, per quel che si riferisce all'Italia, la *Flora italica* di Antonio Bertoloni, di Sarzana, morto a novantaquattro anni nel 1897 a Bologna, la *Flora italiana* di Filippo Parlatore, nato a Palermo nel 1816, morto a Firenze nel 1877, botanico illustre, che, oltre a minori opere, lasciò anche una notevole monografia delle Conifere, la *Flora dalmatica* (1842-1852) di Roberto de Viviani, nato a Sebenico nel 1800, morto nel 1878 a Padova, dove fondò la Società del Veneto a promuovere la cultura dei fiori; il *Prodromo della flora romana* e la *Flora del Colosseo* di Elisabetta Fiorini Mazzanti, scolara del Brocchi, morta a Roma nel 1876; la *Flora triestina ed istriana* di Muzio Tommasini, nato a Trieste nel 1794, morto nel 1879; la *Flora dell' Alto Serchio e della Luna* e la *Florula dei dintorni di Firenze* di A. B. Archbold, morto a Firenze nel 1881; la *Flora pisana*, la *Flora etrusca* e la *Flora italiana*, di Gaetano Savi, fiorentino, nato nel 1768, morto a Pisa nel 1844; la *Flora*

Pedemontana (1785) di Carlo Allioni, torinese, nato nel 1728, morto nel 1804; al *Flora napolitana* (1811-1830) di Michele Tenore, una delle più complete e perfette flore speciali che si conoscano; la *Flora romana* (1822) del Maratti; la *Flora romana* di Pietro Sanguinetti, morto a Roma nel 1869 a sessantasei anni; la *Flora Sardoa* (1835-1843) di Giuseppe Moris, nato a Orbassano (Torino) nel 1796, morto nel 1869, per quarant'anni insegnante di botanica e direttore dell'orto botanico di Torino; la *Flora veronensis* di Ciro Pollini di Alagna nel Pavese, nato nel 1782, morto nel 1833, che si giovò dei materiali raccolti dai botanici trentini allora viventi Cristofori, Serafini, Reboni,

Tipi di piante giganti australiane.

Sartorelli e Paterno; la *Flora Aconiensis* o del Novarese, di Giovanni Biroli di Novara, nato nel 1772, morto nel 1824; la *Flora Italiae superioris* (1844) di Giovanni Passerini, morto nel 1892 a Parma, a 76 anni, che primo in Italia applicò il metodo dicotomico e lasciò anche una *Flora dei dintorni di Parma*; la *Flora sicula* (1829 e segg.) del Gussone, e l' « *Erbario vivente dell'Italia superiore* di Giorgio Jan, che, nato a Vienna nel 1791, era a vent'anni professore di botanica a Parma, dove ebbe a scolara la stessa duchessa Maria Luigia, e nel 1826, stretta amicizia col patrizio milanese Giuseppe de Cristoforis, fece proposito con lui di accudire agli studi della flora e della fauna dell'Italia superiore e di darne la descrizione crittognostico-geognostica, legando poi, alla morte del de Cristoforis, avvenuta nel 1837, le collezioni

fatte alla città di Milano, onde ebbe la sua prima origine il Museo civico della città stessa del quale lo Jan fu direttore sino alla morte avvenuta nel 1866.

Ricordiamo tra le flore svizzere quelle di de Clairville (1811), di Wahlenberg (1813), di Seringe (1818), di Gaudin (1828-1833), di Hegetschweiler (1840), di Hagenbach, Brown, Rapin, Koelliker, Moritzi, ecc.; tra le francesi quelle di Francœur (1801), di Plée (1811), di Dupont (1813), di Mérat (1812), di Poiteau e Turpin (1813), di Chevalier (1826-1827), di Cosson e Germain (1845), per non tener conto delle numerose flore speciali; tra le flore germaniche quelle di Schrader (1806), di Sturn (1798-1848), di Reichenbach (1832 e segg.), di Koch (1823-1839), di Meigen (1836-1842); tra le austriache quelle di Trattinick (1822) e di Horst (1827-1831); tra le inglesi quelle di Smith (1800-1804), di Thornton (1812), di Hooker (1833-1836); tra le belghe quella di Kops e Sepp (1800-1847); tra le danesi quella di Oeder (1770) continuata da Müller, Wahl e Horneman; tra le lappone quella di Wahlenberg (1812); tra le sveve quella pure di Wahlenberg (1824-1833); tra le spagnole quelle di Cavanilles (1798), di Boissier (1839-1845), di Reuter (1846) e di Willkomen (1852 e segg.); tra le portoghesi quelle di Vandelli (1788) e di Linck (1809-1840); tra le greche quella di Sibthorp pubblicata da Smith (1806-1840); tra le turche quella di Hincke e Manolesko (1837); tra le russe quelle di Ledebours (1842-1852) e di Trautvetter (1837). Flore europee generali, sebbene incomplete, non senza importanza, furono pubblicate da Boissieu (1805-1807), da Roemer (1811) e da altri.

Cephalotus follicularis.

Tra le flore esotiche ricordiamo per l'Asia: le opere di Giovanni Mariti, morto nel 1800, di Firenze, che fu a Cipro, nella Siria, nella Palestina, e diede notizie interessanti sulla rosa di Gerico (*anastatica hierochuntica*), la pianticina sempre pronta al fenomeno dell'apparente risurrezione, sulla palma nana (*chamaerops humilis*), sul balsamo (*amyris gileadensis*), ecc., la flora siriaca di Labillardiére (1795-1812), la flora dell' Asia occidentale di Jaubert e Spach (1842-1846), la flora della Mesopotamia di Olivier (1801-1807), le flore dell'India di Roxburgh (1795-1819), di Wallich (1818), di Wight (1831), di Schmid (1835); le flore dell'isola di Giava di Blume (1828-1837), di Junghuhn (1845) e di Vriese (1845); la flora di Sumatra di Jack (1828-1831); le flore cinesi di Bunge

Bignonia argyro-violacea.

(1831) e di Kirilow (1837); le flore giapponesi di Thumberg (1784-1805) e di Siebold (1835-1853); le flore siberiache di Adams, Redowsky e Fischer; la flora altaica di Ledebours (1829-1834).

Per l'Africa ricordiamo le flore abissine di Richard (1847) e di Courbon (1862), la flora del Madagascar di Tulasne (1855-1857), la flora del Capo di Thunberg (1807-1813), le flore dell'Africa australe di Drége (1835-1847) e di Zeyher (1834-1837), le notizie che si trovano negli scritti di Durand sul Senegal (1802), la flora della Senegambia di Richard (1830-1832), le flore della Guinea di Afzelius (1804-1829) e di Palissot de Beauvois (1804-1807), le notizie che sulla flora della Guinea stessa furono pubblicate più recentemente da Aubry le Comte, Griffon du Bellay, Duparquet, Baillon, ecc., la flora del Congo di Brown (1818), la flora atlantica di Desfontaines (1800), la flora della Tripolitania di Viviani (1824) fatta sulle piante che ne portò Paolo Dalla Cella, le flore dell'Algeria di Mungby (1847), di Boissier (1852), di Debeaux (1856), di Durieu de Maissonneuve e Cosson (1847-1867).

Per l'America notiamo le flore dell'America settentrionale di Michaux (1803) di Nuttal (1818), di Schmaltz (1836), la flora boreale americana di Hooker, la flora degli Stati del Nord-Est del Mississipi e la flora delle montagne Rocciose del Colorado di Torrey (1870), le flore messicane di de la Llaye e Lexarga (1824-1825), di Schiede, Deppe, ecc., le flore delle Antille di de Tussac (1808-1827), di Descourtilz (1821-1829), di de la Sagra (1838), la flora equinoziale di Bonpland e Humboldt (1805 e segg.), le flore brasiliane di de Neuwied (1808), di Martius (1829 e segg.), di Saint-Hilaire (1824 e segg.), le flore peruviane e cilene di Ruiz e Pavon (1802), di Gay (1842), la flora delle Maluine di Gandichaud (1825).

Per l'Australia infine ricordiamo la flora della Nuova Olanda di Labillardière (1804-1806), che descrive duecento e sessantacinque piante delle quali è dato anche il disegno, e fra le quali è l'insettivora *cephalotus follicularis;* la flora della Nuova Olanda e della Terra di Diemen di Leschenault (1816) nella quale sono descritti l'*eucaliptus resinifera*, la grande *eucalyptus robusta*, le *melaleuca*, la scorza delle quali serve a ornare l'interno delle capanne degli indigeni, le *xanthoraea* dalla resina odorosa, le *casuarina*, i *metrosideros* dalle grandi spiche di fiori scarlatti, le *bignonia* dai fiori odoranti come tuberose, le *mimosa* dai colossali cespugli sotto i quali riparano i canguri, ecc.; le flore australiane di Brown (1810-1830), di Raoul (1846), la flora della Nuova Caledonia di Adolfo Brongniart (1864), ecc.

IV.

La mineralogia nel secolo XIX — La scuola geometrica, Hauy, e i suoi continuatori — La scuola empirica di Werner — A. Brongniart — La scuola chimica — La scuola dei naturalisti puri — La scuola fisica — Classificazioni mineralogiche — Il cannello ferruminatorio — Sintesi mineralogica — Dottrine cristallografiche — Ricerche ottiche — La geologia nel secolo XIX — Nettunismo e plutonismo — Teoria di Werner. — Teorie di Hutton, Playfair, Desmarest, Dolomieu — L. de Buch — E. de Beaumont — Il metamorfismo — Minerali e roccie extra-terrestri — I meteoriti.

Abbiamo già detto che fondatore della mineralogia moderna fu Renato Hauy. Infatti la mineralogia propriamente detta, assurta a dignità di scienza, incomincia col secolo XIX, con la pubblicazione del « Trattato di mineralogia » di Hauy, avvenuta nel 1801.

Erano passati vent'anni dal giorno nel quale egli aveva letto all' Accademia delle Scienze quella sua prima memoria intorno ai granati ed agli spati calcari, nella quale accennava appena alle sue scoperte, che l'illustre uditorio non comprese, o delle quali almeno non riconobbe la grande importanza... Le accuse lanciate contro il grande mineralogista (fra l' altre quella d'essersi giovato delle idee di Bergmann cui un giovane chimico svedese, suo scolaro, Gahn, aveva accennato del fatto che un cristallo di spato piramidale spezzandosi avea mostrato un nocciolo configurato in romboedro come quello dello spato d'Islanda) erano state distrutte. Romè de l'Isle aveva cessato i suoi attacchi brutali contro l'abate *cristalloclaste*, come de l'Isle lo chiamava. Romè de l'Isle aveva pubblicato nel 1782, vale a dire un anno dopo la scoperta d'Hauy, un « Saggio di cristallografia » nel quale aveva stabilito il principio della costanza degli angoli nei cristalli, ed avea tentato di farne dei caratteri distintivi dei minerali; ma non comprese l'importanza della cosa, e non continuò gli studi. I lavori di Hauy pubblicati nel « *Journal de*

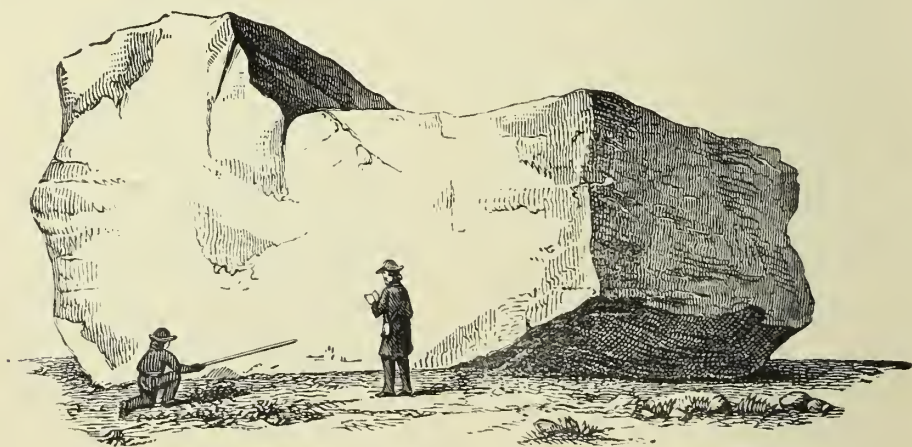
Renato Haüy.

Physique », nel « *Journal des mines* », nelle « *Memoires de l'Académie des sciences* », avevano dimostrato il valore del mineralogista, ed era sorta una scuola mineralogica, la scuola di Hauy, la scuola *geometrica*... Infatti nel « Trattato » di Hauy i minerali sono classificati secondo la forma delle loro molecole, come si esprime Cuvier nello elogio storico di Hauy, letto all'Accademia delle Scienze il 2 giugno 1823, tenendo conto principalmente della cristallizzazione per la determinazione delle specie, e la specie minerale vi è definita come la collezione di tutti gli individui di cui le molecole fisiche sono simili in ogni punto, vale a dire della stessa forma cristallina e della stessa composizione atomica. Hauy nel suo « Trattato » si mostra abile scrittore e buon geometra quanto dotto mineralogista. Si vede, diceva Cuvier, che egli vi ha trovato tutti i suoi primi studi; vi si riconosce persino l'influenza dei suoi primi giocattoli di fisica. Se bisogna tener conto dell'elettricità dei corpi, del loro magnetismo, della loro azione sulla luce, egli imagina infatti dei mezzi ingegnosi quanto semplici, dei piccoli strumenti portatili: il fisico viene ad ogni momento in aiuto del mineralogista e del cristallografo.

Alessandro Brongniart.

Quasi in opposizione alla scuola geometrica di Hauy, Werner, preceduto in Svezia da Wallerius, creò a Freyberg, in Sassonia, la scuola che Alessandro Brongniart propose di chiamare *empirica*, perchè essa si fondava unicamente sulla testimonianza dei sensi, accordando un'importanza certamente troppo esclusiva ai caratteri esterni, ai caratteri che noi constatiamo mediante i nostri soli organi dei sensi, senza il sussidio d'alcuno strumento artificiale. Determinando i minerali con processi metodici, Werner giunse per altro a definirne tutti i caratteri esterni con una precisione maravigliosa. Ma dopo aver riconosciuto che i diversi gradi di durezza, le diverse maniere di frattura, ecc. non sono che le conseguenze della forma delle molecole e del loro adunamento specifico, la scuola di Freyberg non tardò a fondersi con la scuola geometrica e con la scuola chimica.

Gottlob Werner era nato a Wehlau nel 1750. Figliuolo d'un direttore di officine minerarie, i suoi primi balocchi furono dei minerali, ed egli ne seppe i nomi prima di saper leggere. Aveva ventiquattro anni appena, quando pubblicò il suo primo lavoro, il « Trattato dei caratteri dei minerali », opuscolo di poche pagine, nel quale però i caratteri dei minerali sono esposti con tanta chiarezza e con tanta precisione, che il libro divenne subito classico, e Werner fu nominato l'anno seguente professore alla Scuola delle Miniere di Freyberg. Egli s'occupò anche di geologia, e pubblicò nel 1787 un volume sulla « Classificazione e descrizione delle montagne » e una « Nuova teoria della formazione dei filoni » (1791). Morì nel 1817.

Alessandro Brongniart, nato a Parigi nel 1770, era figlio dell'architetto al quale Parigi deve il palazzo della Borsa e molti altri notevoli edifici, e nipote del chimico Antonio Brongniart, professore al Museo. Circondato fin dalla sua giovinezza da scienziati e da artisti, la sua precoce intelligenza si sviluppò ben presto. A diciott'anni, nel 1788, egli fu tra i fondatori della Società Filomatica. Era già preparatore alle lezioni dello zio, quando, costretto al servizio militare, ottenne d'essere mandato come farmacista militare nell'esercito dei Pirenei, e ne approfittò per esplorare da naturalista la superba catena. Di ritorno a Parigi, fu prima come ingegnere nell'Agenzia delle Miniere, poi fu professore di storia naturale nel Collegio delle Quattro Nazioni. Sostituì per qualche tempo Hauy nella cattedra di mineralogia, poi fu chiamato a succedergli nel Museo. S'occupò presso che di tutti i rami delle scienze naturali, e collaborò nelle migliori raccolte scientifiche dell'epoca. Una sua memoria sull' « Arte dello smaltatore » attirò l'attenzione di Berthollet, che lo fece nominare direttore della fabbrica delle porcellane di Sèvres, che egli diresse dal 1800 al 1847. Nel 1807 pubblicò il suo eccellente « Trattato elementare di mineralogia », poi diede una classificazione dei rettili ch'egli divise in quattro ordini: sauri, batraci, cheloni ed ofidi, che Cuvier adottò. I suoi studi sulle conchiglie fossili e sui trilobiti lo misero in rapporto con Cuvier, del quale divenne il collaboratore e l'amico. Nel 1810 essi presentarono all'Istituto il loro « Saggio sulla geografia mineralogica dei dintorni di Parigi » e nel 1812 la « Descrizione geologica dei dintorni di Parigi ». Questi bei lavori gli aprirono nel 1815 le porte dell'Accademia delle Scienze. Viaggiò nella Svizzera, nella Svezia, nella Norvegia, e vi fece ricerche scientifiche importantissime, delle quali pubblicò poi i risultati in dotte memorie sui più antichi terreni fossiliferi, sui massi erratici, ecc., poi percorse l'Italia e

Masso erratico.

ne studiò i vulcani. Nel 1825 fu fatto ispettore generale delle miniere. D'una attività prodigiosa, arricchì moltissimo la collezione mineralogica del Museo, perfezionò le porcellane di Sèvres, fondò il museo ceramico, pubblicò nel 1844 un celebrato « Trattato dell'arti ceramiche ». Ebbe la fortuna d' aver colleghi all'Accademia delle Scienze il figliuolo Adolfo, e due generi, il naturalista Audoin e il celebre chimico Dumas.

La così detta scuola *chimica*, che ebbe per fondatori Cronstedt (1722-1765), Bergmann e Kirwan, comprende i mineralogisti che fondarono le loro classificazioni sui caratteri chimici, ed ebbe nel secolo XIX a sostenitori sopratutto G. Rose e Berzelius. Delafosse rimproverava a questi mineralogisti, che si limitavano ai soli resultati dell'analisi, di ridurre la mineralogia a non essere più che un'appendice della chimica minerale, annullandola e assorbendola tutta a profitto della chimica.

Federico Mohs, professore di mineralogia nella scuola di Graetz, nato a Gernrode nel 1774, morto nel 1839 presso Belluno, divenne il capo d'un'altra scuola, che fu detta *dei naturalisti puri*, nella quale fu preceduto da Daubenton e seguito da Breithaupt. I naturalisti puri, per prendere in qualche modo la rivincita dello spregio nel quale i chimici avean tenuto i caratteri fisici, respingevano alla loro volta tutti i caratteri chimici, affermando che solo i caratteri cristallografici potevano dipingere tali quali sono i minerali. Finalmente un' altra scuola, la scuola *fisica*, che ebbe a sostenitori sopratutto Brewster nell'Inghilterra, e Biot e Babinet in Francia, si fondava sull'ottica dei cristalli. La sistematica fu pei mineralogisti della prima metà del secolo XIX presso che lo scopo unico della loro scienza. Così è che le classificazioni in tale periodo di tempo pullulano.

Cannelli ferruminatori.

Pinzette a tormalina.

Nel 1808 Brochaut de Villiers, della Scuola delle Miniere di Francia, divideva i minerali in quattro classi: 1) Pietre (diamante, zirconio, silice, argilla, magnesia, calcare, barite, stronziana); 2) Sali (solfati, nitrati, muriati, carbonati); 3) Combustibili (solfo, bitume, grafite); 4) Metalli (platino, oro, mercurio, argento, rame, ferro, piombo, stagno, zinco, ecc.).

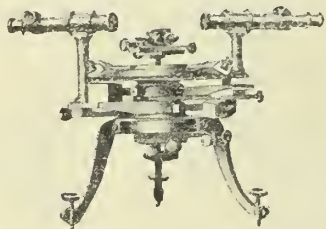
Hauy invece li aveva divisi nelle seguenti quattro classi: 1) Acidi liberi (acido solforico, acido borico, ecc.); 2) Metalli eteropsidi o senza splendore metallico (calce, stronziana, barite, magnesia, allumina, potassa, soda, ammoniaca, silice); 3) Metalli autopsidi o con splendore metallico (platino, oro, argento, mercurio, piombo, ferro, stagno, zinco, bismuto, cobalto, ecc.); 4) Sostanze combustibili non metalliche (solfo, carbone, bitume, ecc.).

Fournet li divise in: 1) Gazogeni, o combustibili, ma non metallici; 2) Metalloliti, o metalli eteropsidi; 3) Metallacidi, o capaci di produrre acidi combinandosi con l' ossigeno (arsenico, antimonio, tungsteno); 4) Metallopsidi o metalli autopsidi.

Per Necker l'individuo minerale era il cristallo, e le proprietà fisiche e chimiche avevano, come caratteri, l'importanza che hanno gli organi per gli esseri viventi.

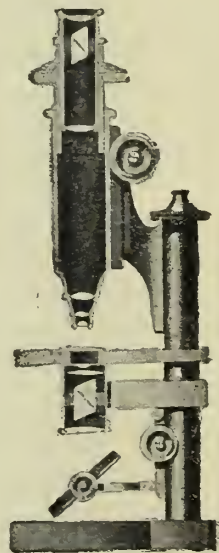
Egli divise i minerali in: 1) Cristalli metallofani, cioè con aspetto e

splendore metallico; 2) Cristalli litofani, cioè senza aspetto e splendore metallico; 3) Cristalli amfifani, cioè con aspetto e splendore metallico e insieme aspetto terroso o translucidità più o meno perfetta; 4) Cristalli infiammabili, o capaci di bruciare senza lasciare alcun residuo, se puri.

Ampère, Berzelius, Beudant fondarono le loro classificazioni sulle proprietà elettriche delle sostanze inorganiche, attribuendo all'elettricità tale influenza da renderla capace di modificarne la forma esterna e il modo di cristallizzare.

Goniometro di Babinet.

Girardin e Lecoq classificarono i minerali in due classi. La prima comprende i corpi formati secondo il principio che presiede alla formazione delle sostanze inorganiche, composti di due soli elementi, e si divide in tre ordini: Metalloidi, Metalli elettro-negativi e Metalli elettro-positivi. La seconda classe comprende i corpi formati secondo il principio della composizione organica, vale a dire quelli la di cui molecola risulta di più di due elementi.

Omalius d'Halloy, nato a Liegi nel 1785, morto a Bruxelles nel 1875, noto anche pei suoi « Saggi geologici sul Nord delal Francia », pe' suoi studi sulle rocce considerate mineralogicamente, e per la sua carta geologica della Francia, divide pure i minerali in due classi: la prima, dei Minerali metalloidi, comprende i minerali contenenti un metalloide chimico e i minerali contenenti un metallo capace di trasformarsi in una terra o in un alcali; la seconda, dei Minerali metallici, è divisa in minerali comprendenti un metallo elettro-negativo, e in minerali comprendenti un metallo elettro-positivo.

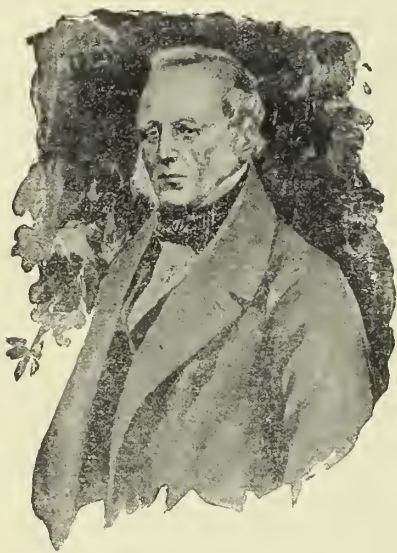
Dumont divide i minerali semplicemente in combustibili e combusti. Brongniart, divisi i minerali in Corpi inorganici e Corpi organici, divideva i primi in Gazoliti o metalloidi, Metalli autopsidi e Metalli eteropsidi. Fra i Corpi organici comprendeva il guano, il succino, la nafta, i bitumi, i carboni fossili, le torbe. Breithaupt seguì nella sua classificazione le tracce di Werner e di Mohs. G. Rose, l'illustre mineralogista berlinese, nato nel 1798, morto nel 1873, che fu con Humboldt e con Ehrenberg sugli Urali e sull'Altai, che primo in Germania applicò il goniometro a riflessione allo studio dei cristalli, e che creò la petrografia co' suoi splendidi studi microscopici delle rocce, e Naumann, nelle loro classificazioni, tennero conto insieme dei caratteri chimici e dei caratteri cristallografici; Dana, nella sua, tenne conto unicamente dei caratteri chimici. Gli studi, le scoperte, le esperienze di Broke, Phillips, Hausmann, Zippe, Kenngott, von Kokscharoff, Scacchi, Sella, Hessemberg, Websky, von Zepharovich, Streng, Schrauf, Klein, Bauer, Gerhard vom Rath, e di tanti altri prepararono il sistema naturale.

Microscopio polarizzante.

Frattanto si generalizzava l'uso del cannello ferruminatorio. Fu Antonio von Swab, consigliere delle miniere svedesi, che nel 1738 fece servire il cannello, già adoperato solo dagli operai per saldare insieme i metalli per mezzo di leghe facilmente fusibili, all'esame dei minerali. Egli però non pubblicò alcuna memoria sull'argomento, e si ignora quali fossero i resultati delle sue esperienze. Vent'anni dopo Cronstedt impiegò il cannello per distinguere fra loro i minerali, e raggiunse il suo scopo adoperando dei reattivi fusibili. Nel 1770 von Engelstroem pubblicò una traduzione inglese del sistema di Cronstedt, aggiungendovi un capitolo speciale nel quale espose le reazioni più importanti dei minerali allora noti; nove anni dopo Bergmann estendeva l' uso del cannello nelle analisi alla ricerca delle tracce dei minerali, e pubblicò un trattatello in lingua latina sull'argomento. Berzelius ne generalizzò l'uso pubblicando un'opera capitale « Sull'uso del cannello nelle analisi chimiche e nelle determinazioni mineralogiche », che fu nel 1842 tradotta in francese. B. de Saussure, C. F. Plattner, Websky, le Baillif, Smithson, Turner, Harkort, Mead, Mitscherlich, Scheerer, Kerl, Bunsen, Merz, e più recentemente H. B. Cornwall, assistente alla Scuola delle miniere del Collegio Columbia a New-York, autore in collaborazione con J. H. Caswel di un trattato completo sull'argomento, fecero sì che oggidì il cannello ferruminatorio, così facile ad essere trasportato con l'intero suo corredo di strumenti ausiliari, di reattivi, bilance, fondenti, ecc., e tanto utile per la determinazione dei minerali, è diventato lo strumento indispensabile del mineralogista, come lo è del chimico, del minatore e del metallurgista.

Busto eseguito sull'autoritratto di Leonardo Da Vinci.

Notevolissime furono anche le scoperte di nuovi corpi semplici, di minerali sconosciuti. Gregor scoprì il titanio, Müller il tellurio, Hielm il molibdeno, Bergmann la barite e la magnesia, Kirwan dimostrò l'analogia della grafite col diamante; per opera di Hatchett, Wollaston, Vauquelin, Fourcroy, Tonnant, Descotils, Berzelius, Davy, Stromeyer, furono scoperti il tantalo, il palladio, il rodio, l'iridio, il cerio, l'osmio, il silicio, il zirconio, l'alluminio, i metalli alcalini. Cristiano Samuele Weiss (1780-1856) perfezionando il metodo cristallografico di Hauy introduceva nella cristallografia il concetto degli

assi, e rifondeva la dottrina delle zone scoprendo parecchie delle loro applicazioni; Babinet inventava un nuovo goniometro; Mitscherlich dimostrava come minerali differenti possano cristallizzare in forme appartenenti allo stesso sistema, uguali o poco differenti, scoprendo l' isomorfismo; Enrico Rose e R. Bunsen perfezionavano i metodi d'analisi.

Mitscherlich era riuscito a isolare già da alcuni prodotti di vetrerie e da scorie metallurgiche alcuni composti identici a minerali noti esistenti in natura, e Berthier aveva ottenuto certi borati e silicati cristallizzati esponendo all'azione del calore dei miscugli di sostanze fusibili suscettibili di dar cristalli col raffreddamento, quando Ebelmen, già noto per importanti lavori sulla metallurgia e sulla ceramica, tentando alcune sintesi mineralogiche, ottenne dei resultati maravigliosi impiegando i fondenti; riprodusse così artificialmente il pleonasto, la gahnite, lo spinello, ed altri minerali, alcuni uguali a minerali preesistenti in natura, altri affatto nuovi.

Carlo Lyell.

Le ricerche di Stromeyer, di Plattner, di Damour, von Kobell, Scheerer, Rammelsberg (1852) condussero alla esatta conoscenza della costituzione mineralogica di minerali noti, e dei minerali nuovi prodotti mercè la sintesi. Così si trovò che molti minerali sono combinazioni chimiche semplici, altri come i feldispati, i pirosseni, ecc., sono costituiti dalle accomunate cristallizzazioni di parecchi composti chimici: fatto questo del quale si riconobbe l'importanza grandissima nella interpretazione dei fenomeni della cristallizzazione.

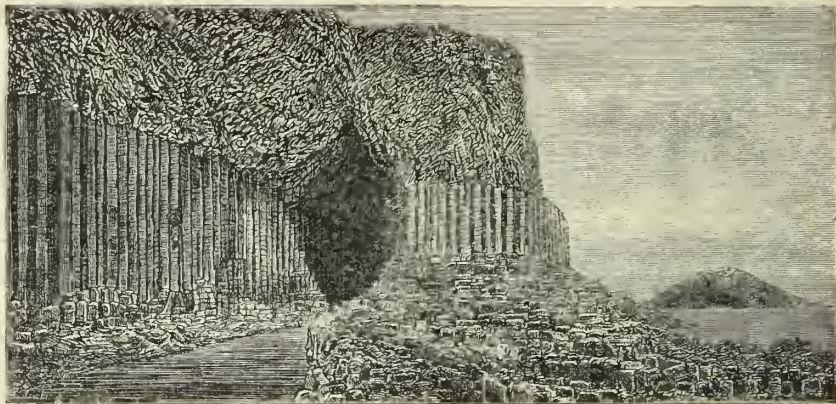
Hauy considerava la cristallizzazione come un fenomeno puramente meccanico. Bravais e Frankenheim, studiando le forme dei cristalli e la loro sfaldatura, conclusero con l'ammettere una regolarità perfetta nella struttura interna dei cristalli. Sohncke, Kupffer (1831), Miller (1839-1856), Schrauf (1866-1868), G. Rose (1887), Mallard (1879-1884), Knop, coi suoi bellissimi studi sull'accrescimento dei cristalli, Neumann (1829-1856) introducendo la geometria analitica nei metodi cristallografici, Quensdtedt (1876) perfezionando a sua volta i metodi di Weiss, V. von Lang formulando le leggi di simmetria, Liebisch (1889) esponendo razionalmente le dottrine cristallografiche, contribuirono tutti all' incremento della scienza del cristallo ora considerato come il risultato dell' ordinamento di particelle isolate, sospese, orientate.

Notevoli son pure le ricerche di Brewster, di Biot, di Senarmont, di Delafosse intorno ai fenomeni ottici presentati dai cristalli. Un raggio di luce polarizzata è pel mineralogista, come giustamente osservava Biot, come una specie di sonda delicatissima, con la quale egli interroga in tutti i sensi la struttura dei cristalli. Questo raggio infatti riceve, in ciascuna delle posizioni che può assumere, per così dire l'impronta delle più lievi modificazioni della struttura cristallina e la trasmette così fedelmente all'organo della vista. Fu

appunto de Senarmont, direttore delle miniere di Rive-de-Giers e del Creusot, successo a Beudant nel 1852 nell'Accademia delle Scienze di Parigi, morto nel 1868, che, in una prima memoria pubblicata nel 1840, mostrò come le sostanze cristalline dotate dell'opacità metallica imprimano alla luce delle modificazioni ben differenti da quelle che le imprimono gli specchi omogenei metallici, e in una seconda memoria, pubblicata nel 1847, prese per oggetto delle sue ricerche la polarizzazione ellittica e si provò a stabilire che i cristalli opachi rifrangono la luce seguendo le stesse leggi degli altri, e sono come essi dotati della doppia rifrazione. Gabriele Delafosse, nato nel 1796 a S. Quintino, scolaro e collaboratore di Hauy, professore di mineralogia alla Sorbona, membro dell'Accademia nel 1857, morto nel 1878, fu il primo ad attirar l'attenzione dei cristallografi sui rapporti che esistono fra il senso del potere rotatorio delle sostanze minerali e il senso dell'orientazione delle faccette emiedriche che le modificano. Le sue osservazioni sul cristallo di rocca furono il punto di partenza d'infinite ricerche interessantissime. Sono importanti altresì i suoi studi sulla elettricità dei minerali. Le pinzette a tormalina, il prisma di Nicol, l'ortoscopio di Fuess, il microscopio polarizzante o conoscopio di Norremberg, lo stauroscopio di Kobell, il dicroscopio di Haidinger, furono i diversi utilissimi sussidi dei pazienti investigatori già accennati, e dei tanti che li seguirono come Sorby, Zirkel, Rosenbusch, Des Cloizeaux, nato nel 1817, morto nel 1897, noto anche pei suoi viaggi scientifici nell'Islanda e nella Scandinavia e nella Russia Orientale, ecc.

Tempio di Giove Serapide a Pozzuoli.

Degno di speciale menzione è Nicola De Kokscharow, nato in Siberia, nel Governo di Tomsk, nel 1818, morto a Pietroburgo nel 1893. Egli accompagnò Murchison e De Verneuil, poi Keyserling, nel 1840 e negli anni seguenti, nei loro famosi viaggi per la Russia, preparando un materiale enorme — dieci volumi!... — per la mineralogia della Russia. S'occupò specialmente ne' suoi studi del topazio, del berillo, del fonolito, dei pirosseni, dell'euclasite, del cimofano, dell'alessandrite e della brokite. Nel 1865 pubblicò un notevolissimo trattato di cristallografia. Ebbe grande parte nella esecuzione della carta geologica della Russia, e contribuì alla fondazione di numerosi osservatorî magnetici e meteorologici. Degnissimi di nota fra gli italiani Quintino Sella e Arcangelo Scacchi. Di Quintino Sella, illustre uomo politico, basti qui ricordare ch'egli nacque a Mosso, in Valle Superiore, nel 1827, e morì nel 1884. Fu presidente dell'Ac-

cademia dei Lincei. Mineralogo, e sopratutto cristallografo insigne, sono specialmente importanti i suoi studi cristallografici sul boro adamantino, sulla savite, sui sali derivati dall'ammoniaca, ecc. Arcangelo Scacchi nacque a Gravina nel 1810, morì a Napoli nel 1893. Sono interessantissimi i suoi studii sui

Grotta di Bingall.

cristalli anidri, sul dimorfismo. Notevole è la sua relazione sulle condizioni geologiche delle eruzioni del Vesuvio dal 1845 in poi. Egli ne studiò altresì i materiali mineralogici dei quali pubblicò nel 1887 il catalogo, ricco di corpi nuovi, sino allora sconosciuti, di costituzione inattesa.

Finalmente degni di nota particolare sono i lavori di Werner, Breithaupt, R. Cotta, F. Sandberger sulle rocce e sulla giacitura dei minerali, di Volger e di Scheerer sulle alterazioni dei minerali, che Lemberg riuscì a riprodurre, le esperienze con le quali Daubrée, Fouqué, Lévy ed altri riuscirono a far la sintesi dei minerali realizzando le condizioni nelle quali essi si produssero naturalmente, ed i lavori coi quali G. Biscoff fece risaltare la storia evolutiva dei minerali come ramo importante delle conoscenze naturali, e illustrò le continue loro trasformazioni nella crosta terrestre.

Fra i più importanti trattati di mineralogia apparsi nel secolo XIX ricordiamo, oltre i già citati, quelli di Hoffmann (1811-1817), di Beudant (1830-1832), di Mohs (1836-1839), di Breithaupt (1836-1847), di Hausmann (1836-1847), di Haidinger (1825-1843), di Phillips (1852), di Dufrénoy (1856-1859), di Delafosse (1858), di Des Cloizeaux (1862-1874), di Queenstedt (1877), di J. Dana (1877), di Bombicci (1873-1885), di Neumann (1881), di M. Bauer (1886), di Lapparent (1899), di Tschermak (1892-1894), di A d'Achiardi (1900).

Fra i mineralogisti e cristallografi italiani contemporanei più degni di nota bastino i nomi di A. Cossa, L. Demarchi, E. Bechi, F. Sansoni, G. Ponzi, F. Masi, R. Panebianco, G. Antonelli, E. Artini, G. La Valle, E. Mattirolo, C. Montagna, O. Silvestri, G. Uzielli, R. Travaglia, F. Toni, G. Strüver, L. Brugnatelli, T. Taramelli, D. Pantanelli, G. Simonelli, ecc.

Infine fra le riviste principali di mineralogia e di cristallografia notiamo « *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Petrefactenkunden* », fondata, sebbene allora con altro nome, sino dal 1807; « *Mineralogische Mittheilungen* »,

fondata nel 1871; « *The Mineralogical Magazine* » fondato nel 1876; il « *Bulletin de la Société Minéralogique de France* » fondato nel 1878; la « Rivista di Mineralogia e Cristallografia » fondata a Padova nel 1886 da R. Panebianco, e il « Giornale di Mineralogia, Cristallografia e Petrografia » fondato nel 1890 a Pavia da Francesco Sansoni, nato a Vellano di Lucca nel 1853, morto nel 1895, noto pei suoi studi sulle zeoliti dell'isola d'Elba, sulla ocrite di Vernasca, sulle serpentine di Oira , e per gli studi cristallografici sulla calcite e su molti corpi organici.

I principali storiografi della mineralogia sono Marx (Baden, 1825), Whewell (Londra 1837), Lenz (Gotha, 1861), von Kobell (Monaco, 1865), Hoefer (Parigi, 1882).

Per geologia s'intende, come è noto, lo studio dell'istoria della terra, vale a dire dei successivi cambiamenti fisici e biologici indotti dalle epoche più remote su quella parte più superficiale della Terra, che impropriamente si dice crosta terrestre, desunta dallo studio degli effetti prodotti dalle cause attuali e dallo studio dei fatti che attestano l'azione di cause consimili nei tempi antichissimi. Essa fu definita anche la scienza che ha per oggetto lo studio dell'ordine secondo il quale i materiali del globo terrestre, gli orga-

Montagne dolomitiche.

nici naturalmente come gli inorganici, sono stati disposti nel tempo e nello spazio. La geografia fisica invece propriamente detta è lo studio delle condizioni attuali fisiche e biologiche della crosta terresrre in seguito ai cambiamenti subiti, e delle principali energie endogene ed esogene che nei tempi remoti e nei presenti furono e sono causa di quei cambiamenti.

Si comprende, anzitutto come intesa così la geologia debba necessaria-

mente essere scienza affatto moderna, giacchè essa si giovi di scienze che solo alla fine del secolo XVIII ebbero veramente inizio, come la mineralogia e la chimica, e di altre che, come la paleontologia, sorsero solo nel secolo XIX. Si comprende anche come la geologia debba essere una scienza molto complessa. La paleontologia infatti può essere considerata come una scienza essenzialmente geologica, onde la difficoltà di parlare partitamente ed in modo esauriente della geologia, come s'è fatto, ad esempio, della mineralogia.

Dicendo però che la geologia è scienza modernissima non si vuol escludere che anche in tempi remoti i dotti, i filosofi, non la iniziassero osservando rocce e fossili, studiando i fenomeni dei torrenti, dei fiumi, dei mari, cercando di conoscere la storia delle valli e dei monti, la storia della terra, cercando di rendersi conto delle tracce non dubbie dell'acqua e del fuoco sulle rocce, imbastendo delle teorie cosmogoniche più o meno somiglianti fra loro, fondate bene spesso assai più sulle tradizioni popolari, sulle leggende, sui miti, di quel che non sui fatti. Teorie strane certo non meno delle leggende che ad esse diedero origine, delle leggende per le quali le nummuliti eran considerate come lenticchie pietrificate dei depositi immensi di commestibili accumulati dai Faraoni là dove legioni d' operai lavoravano ad erigere le piramidi, e l'ossa dei grandi mammiferi scomparsi erano attribuite ad antiche estinte razze di giganti e di eroi, e le impronte dei pesci e le conchiglie marine trovate nei deserti o sui monti erano attribuite al diluvio universale quando pure non erano considerate come scherzi di natura.

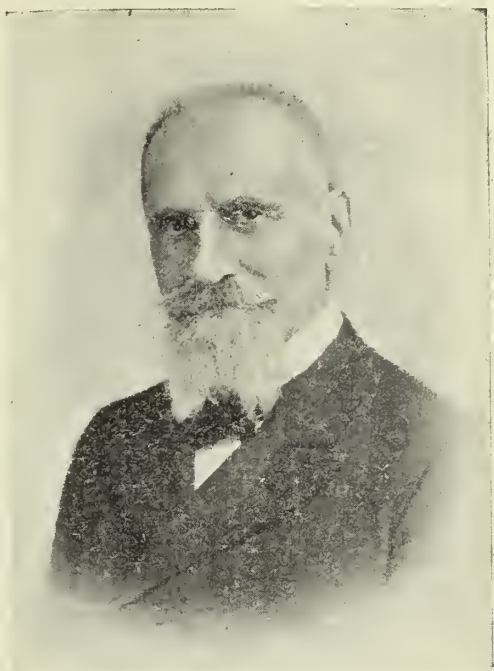
Comunque, l'azione dell'acqua e del fuoco nella costituzione delle rocce

Pioggia di stelle.

era un fatto noto agli antichi, e il *nettunismo* e il *plutonismo*, l'idea cioè di una formazione di pietre sedimentarie, formatesi in seno all'acqua, e quella di una formazione di pietre eruttive, originate dal fuoco del quale i fenomeni vulcanici attestavano tuttora la presenza e l'azione, erano in germe già nella più remota antichità. Vi fu anzi una *scuola nettuniana*, che ebbe a capi Ta-

lete da Milesio e Senofane da Colofone, e una *scuola plutoniana*, che ebbe a capi Zenone, Empedocle, Eraclito; e vi fu una scuola necessariamente sorta dal cozzo di queste due, la *scuola ecclettica*, che ebbe a capo Pitagora, e che ebbe anche seguace Seneca . . . . Ma poi i secoli passarono, e appena due nomi troviamo che meritino un accenno, come nomi d'uomini che tentarono illuminare le fitte tenebre della scienza della terra: Avicenna ed Agricola. Quando nel secolo XVI quel grande che fu Leonardo da Vinci, il primo degli uomini moderni, comprese quel che erano veramente i fossili, vale a dire avanzi o tracce d'organismi che avevan vissuto là dove si trovavano, ed espose qua e là nelle sue opere idee, molte delle quali i geologi moderni hanno quali conformi al vero. E allora ci fu ancora chi si appassionò a questi studi. Ricordo Mattioli, Fallopio, Mercati, Fracastoro, Cardano, Colonna, Palissy, Gessner, Lauger, Stenone, Ramazzini, Aldrovandi, Calceolari, Moscati, Lister, Schenchzer, Settala, Burnet, Woodward, Whiston, Leibnitz, Hooke, Vallisnieri, Moro, Generelli, Buffon, Arduino, Lehman, Werner, Hutton, Saussure, Lavoisier, Micheli, Soldani, Spallanzani, Smith, Deluc, Pallas, Guettard, Brocchi, Volta, Breislak, Prévost, Venturi, Pini Fortis, Marzari-Pencati, ecc.

Luigi Bombicci.

Giovanni Battista Brocchi nacque a Bassano nel 1772. Studiò legge a Padova e prese l'abito ecclesiastico; ma poi si diede tutto alle scienze naturali, e specialmente alla geologia. Insegnò scienze naturali a Brescia, poi fu ispettore delle miniere del regno. Fra le sue opere più importanti ricordo il « Trattato mineralogico e chimico sulle miniere di ferro del dipartimento del Mella », la « Memoria mineralogica sulla valle di Fassa nel Tirolo », la « Conchiologia fossile subalpina » importantissima, il « Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposte per ordine geografico », un'opera classica « Sullo stato fisico del suolo di Roma », e una quantità di memorie sui più svariati argomenti. Morì assassinato nel Sennaar nel 1826. Alessandro Volta, l'inventore della pila, nato in Como nel 1745, morto in Como stessa nel 1827, studiò le sorgenti infiammabili di Pietramala e di Barigazzo. Scipione Breislak nacque a Roma nel 1748. Professore di scienze naturali e di matematica a Ragusa dapprima, poi al Collegio Nazareno di Roma, viaggiò in Italia, in Francia, studiandone i terreni. Pubblicò alcune importanti memorie sulle solfatare, una « Geografia fisica della Campania » un « Trattato di geologia », una « Descrizione geologica della provincia di Milano », uno studio importantissimo « Sopra i terreni fra il Lago Maggiore e quello di Lugano » e numerose memorie sulle rocce porfiriche e sui graniti del Tirolo. Morì a

Milano nel 1826. Luigi Costante Prévost, nato a Parigi nel 1787 e morto nel 1856, fu professore di geologia, studiò, oltre i dintorni di Parigi, anche quelli di Vienna in Austria, varie altre regioni della Francia, l'isola Giulia o Ferdinandea, comparsa nel 1831 fra la Sicilia e l'Africa, non lungi dall'isola di Pantelleria poi scomparsa pochi mesi appresso, e che diede luogo a nuove eruzioni nel 1863 e nel 1891, e pubblicò parecchi libri ed opuscoli intorno alle regioni studiate, alla formazione delle isole vulcaniche come l'isola Giulia, e dei crateri vulcanici, ai fenomeni geologici in generale, ecc. Il Venturi, nato nel 1750 nel Reggiano, morto nel 1822 a Pavia, studiò i massi erratici e la loro origine dovuta sopratutto ad antichi ghiacciai. Ermenegildo Pini, nato a Milano nel 1739, morto nel 1820, barnabita, direttore d'un museo di storia naturale, poi membro del Consiglio delle miniere e ispettore generale dell'istruzione pubblica durante il Regno Italico, pubblicò molte pregevoli memorie sulle miniere dell'isola d' Elba , sul feldispato, sul granito , sur un viaggio geologico nell'Italia meridionale, sui sistemi geologici, ecc., ed una « Introduzione alla Geologia ». Alberto Fortis, nato a Vicenza nel 1741, abate eruditissimo, forbito e vivace scrittore, viaggiò a scopo geologico l'Italia, l'Istria, la Dalmazia, la Francia; sono sopratutto degne di menzione le sue « Memorie per servire alla storia naturale e principalmente all' orittografia dell'Italia ». Morì bibliotecario a Bologna nel 1803. Il conte Giuseppe Marzari Pencati nacque pure a Vicenza nel 1779. Dopo notevoli studi di botanica, si diede alla geologia; viaggiò nella Francia centrale, nella Provenza, nelle Alpi della Savoia, nel Tirolo, e ne descrisse specialmente le rocce granitiche e porfiriche. Morì nel 1836.

Alcuni di questi ultimi appartengono anzi in parte anche al secolo XIX, e fra gli altri Werner, che fu il capo della scuola nettuniana. Werner fu il primo che dello studio dei minerali e dell'arte dei minatori fece una scienza a parte, e dandole il nome di *orittognosia* la separò dalla minerologia propriamente detta, nello stesso modo ch'egli staccò sotto il nome di *geognosia* la scienza positiva delle masse costituenti la crosta terrestre da quella ch'era detta geologia, vale a dire la storia della formazione della Terra. Secondo Werner l'acqua è la sorgente d'ogni formazione. L'acqua, che copriva un tempo l'intera superficie terrestre, le cime delle più alte montagne comprese, teneva in soluzione o sospesi gli elementi di tutti i terreni : quelli che si sono depositati per primi, vale a dire i più antichi depositi sedimentari, hanno formato i piani principali o le principali sommità. Poi l'acqua abbassando a poco a poco il suo livello, nuovi depositi si son formati molto estesi, ma meno potenti. Finalmente, scemando ancora le acque, per la loro più facile agitazione per opera dei venti, la cristallizzazione fu impedita, e si formarono i sedimenti terrosi, le correnti sempre più vicine al fondo dell'immenso bacino li erosero, ne staccarono dei frammenti, li trasportarono altrove, e mescolarono così dei depositi puramente meccanici ai precipitati chimici che si formavano di continuo. A questi periodi d'agitazione ne seguirono altri di tranquillità; e fu allora che apparvero gli esseri viventi. Ma questi periodi di tranquillità furono interrotti da grandi rivoluzioni : in due epoche distinte le acque s'abbassarono notevolmente e produssero dei nuovi depositi cristallini, che copri-

rono tutti i terreni già formati. Infine tutte le rocce, nessuna esclusa, erano, per Werner e pei nettuniani, dei precipitati chimici d'una specie di fluido caotico costituente in origine un mare universale.

I plutoniani si chiamavano Hutton e Playfair, Desmarest e Dolomieu. Per Hutton le cause che modificano anche attualmente la scorza terrestre sono sufficienti per renderci conto delle rivoluzioni della Terra nelle epoche più remote. I terremoti, ad esempio, ci fanno comprendere come i potenti strati deposti dalle acque del mare possano essere stati spezzati, contorti, messi sossopra in mille modi. A questa causa modificatrice s'aggiungono le eruzioni vulcaniche; e perchè queste eruzioni fanno supporre l'esistenza nell'in-

Collezione di meteoriti nella Galleria geologica del Museo di Storia Naturale di Parigi.

terno della Terra d'un focolare ardente, questo focolare è, secondo Hutton, la causa dei commovimenti dei quali vediamo dovunque le prove, mentre dobbiamo lo stato attuale di relativa stabilità al rallentamento della sua attività. Giovanni Playfair (1748-1819) riprese e sviluppò questa teoria. Secondo Playfair il calore interno rammollì gli strati superiori o i terreni stratificati, mentre fuse interamente gli strati inferiori, dando loro l'aspetto di masse cristallizzate in seno alle acque, ed iniettando con la sua forza espansiva la sostanza interna fluida attraverso agli strati superiori, diede luogo alla formazione delle vene e dei filoni. Lo stesso calore interno sollevò questi strati al di sopra del livello delle acque, e formò le isole e i continenti, che degradando di continuo sotto l'azione dell'aria e delle acque correnti dànno luogo, coi loro detriti portati al mare ed accumulati in fondo ad esso, a nuovi strati, che un giorno saranno alla lor volta sollevati e formeranno nuove isole e

nuovi continenti. Queste alternate fasi di distruzione e di rinnovamento, secondo Playfair, si verificarono già più volte e si potranno riprodurre indefinitamente. Desmarest e Dolomieu sostanzialmente non dissentivano molto da tali idee; solo che i loro studi sui vulcani li portavano ad attribuire al vulcanismo una parte di maggiore importanza nella storia della Terra.

La controversia fra le due scuole fu lunga ed accanita... Ad essa presero parte persino letterati e filosofi, e parve che Voltaire volesse mettere la geologia in burletta quando volle sostenere che le conchiglie fossili non erano che gli avanzi dei banchetti romani o le conchiglie che ornavano le cappe dei pellegrini reduci di Terra Santa. Ma i geologi seri non se ne preoccuparono troppo, e continuarono le loro ricerche, i loro studî, le loro polemiche. Così l'inglese Guglielmo Smith studiando i terreni inglesi potè distinguervi strati determinati da fossili caratteristici, e tracciare una carta geologica generale dell'Inghilterra. Così Leopoldo de Buch, di Stalpe (1774-1853), vistava da geologo l'Italia, l'Alvergnate, le isole Scandinave, le Canarie, le coste dell'Irlanda e della Scozia, le Ebridi, la Germania. Nettuniano convinto un tempo, perchè allievo di Werner, sopratutto dopo ch'ebbe visitato il Vesuvio e i vulcani estinti dell'Alvernia, le sue idee andarono poi modificandosi. Da Pergine scriveva al suo antico condiscepolo Humboldt: — « Qui le diverse specie di rocce pare sian state messe sossopra dal caso. Trovo gli strati porfirici sul calcare secondario, gli schisti micacei sul porfiro. Tutto ciò non vi pare minacci di rovesciare i bei sistemi coi quali si pretende di spiegare le epoche delle formazioni? ». Il suo viaggio nelle regioni settentrionali (1806-1808) mise lui, e i geologi che seguirono, sulla via di risolvere un grande problema. Da mezzo secolo circa gli abitanti delle coste della Norvegia s'erano accorti d'un lento, ma continuo, quasi graduale abbassamento del livello del mare. Per consiglio di Celsius eran stati tracciati dei segni sulle rocce delle spiagge di Galfe e di Calmar. Linneo stesso era andato a fissare sur una roccia il livello del mare. Ed era noto che città già marittime erano diventate continentali, che qualche piccolo braccio di mare era scomparso e sul suo antico fondo passavano i carri, e che il popolo credeva s'abbassasse il livello del mare. De Buch, non potendo condividere questa idea, imaginò che il suolo della Scandinavia si sollevasse: ciò che era veramente. Oggidì infatti si hanno le prove di un sollevamento recente della Norvegia di circa 180 metri: un movimento ascensionale continua nella Svezia e nella Norvegia: la Danimarca si solleva di qualche millimetro ogni anno, si sollevano le coste di New Jersey, di Long Island, e della Patagonia, mentre altre regioni si abbassano. La Groenlandia, ad esempio, si abbassa; le paludi Pontine, la maremma toscana, debbono le loro condizioni attuali, la loro insalubrità, ad un abbassamento. L'isola di Capri dai tempi romani ad oggi si sommerse per quasi sei metri. Il tempio di Giove Se-

Uno dei cinquanta meteoriti caduti il 16 giugno 1794 a Lucignano d'Asso (Siena).
Museo Mineralogico di Bologna
Collezione Bombicci

rapide, a Pozzuoli, fu indubbiamente sommerso. Le sue colonne, alte tredici metri, mostrano, a sette metri circa, una zona perforata da litofagi. Sicchè bisogna dedurne che il suolo, su cui fu edificato il tempio, prima si sommerse poi di nuovo emerse. Attualmente la spiaggia è in via di nuovo, lento abbassamento, mentre parte della spiaggia adriatica si solleva... Per rendersi conto del sollevamento dei continenti e dell'isole, de Buch distinse lo sforzo che *solleva* dallo sforzo che *rompe*: e diede al primo il nome di *cratere di sollevamento*, al secondo quello di *cratere d' eruzione*. Per de Buch i vulcani sono vie permanenti di comunicazione fra l'atmosfera e l'interno della Terra. Egli li divise in vulcani centrali, o formanti i centri di numerose eruzioni avvenute all'intorno, e in catene vulcaniche. A de Buch si deve anche l'idea che le innumerevoli isole del Pacifico, sino allora considerate come le sommità d'un continente sommerso, fossero delle isole di sollevamento. Fatto più ardito da nuove osservazioni, e sopra tutto in seguito agli studi fatti nel Tirolo meridionale, nel 1822 dichiarò che tutte le masse elevate sulla superficie terrestre debbono il loro essere a veri sollevamenti, spiegando così la presenza delle conchiglie marine sulla cima delle alte montagne sino a quel tempo attribuita ad un antico sollevamento dei mari abbassatisi di poi. Leopoldo de Buch pubblicò una « Descrizione della siesta », le « Osservazioni geologiche fatte in Germania e in Italia » , un « Viaggio in Norvegia e Sassonia », una « Descrizione delle Canarie », una « Carta geognostica della Germania » e molte altre opere minori.

Alessandro de Humboldt, che a vent'anni aveva già pubblicato le sue interessanti osservazioni « Sui basalti del Reno », e che della geologia avea fatto lo studio preferito della sua giovinezza, adottò le idee di de Buch, col quale, come con Andrea del Rio , aveva seguito le lezioni di Werner alla celebre Scuola delle Miniere di Freyberg.

Fra i geologi più insigni della prima metà del secolo XIX è Elia de Beaumont, nato a Canon nel 1798, morto nel 1874. Compì un viaggio geologico in Francia e in Inghilterra con Dufrènoy ; fu ispettore generale delle miniere di Francia, professore alla Scuola delle Miniere e al Collegio di Francia; fu senatore, e successe ad Arago nel posto di segretario perpetuo dell'Accademia delle Scienze. A lui ed a Dufrènoy, scelti da Brochant de Villiers, si debbono le carte geologiche d'Inghilterra e di Francia. A lui si deve una teoria del sollevamento delle montagne, che, sebbene combattuta poi da Lyell, fu giustamente celebrata. Secondo de Beaumont certe catene di monti, indipendenti le une dalle altre, furono improvvisamente sollevate in determinate epoche, e tutte le catene contemporanee, sollevate così, hanno conservato il loro parallelismo anche nelle regioni più distanti. I sollevamenti in questione sarebbero dovuti a violenti parossismi di breve durata, che interrompevano i lunghi periodi di quiete nei quali len-

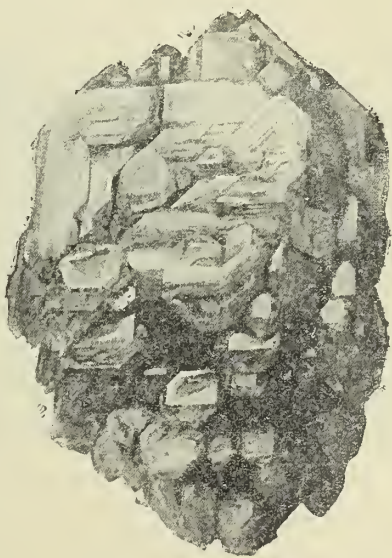
Uno dei tre meteoriti caduti a Renazzo (Ferrara), il 15 gennaio 1824.
Museo Mineralogico di Bologna. Collezione Bombicci.

tamente e regolarmente si formavano i sedimenti: ed al sollevamento delle Ande d'America sarebbe dovuto il diluvio.

Quanto alla causa dei parossismi, de Beaumont li attribuiva al secolare raffreddamento della Terra. Questa teoria è fondata sul fatto che, esaminando la maggior parte delle catene montuose e i terreni circostanti, si veggono gli strati più recenti estendersi orizzontalmente sino al piede delle catene stesse, come se essi si fossero depositati in seno alle acque di mari o di laghi dei quali quei monti avessero formato in parte almeno le rive, mentre gli altri strati sedimentari, raddrizzati o più o meno contorti sui fianchi delle montagne, si elevano sino alle più alte cime, sicchè si avrebbero in ogni catena due sorta di rocce sedimentarie, gli strati antichi eretti o inclinati, e i recenti orizzontali. Di qui la supposizione che il sollevamento della catena abbia dovuto compiersi fra il tempo nel quale si formarono gli strati che in seguito si inclinarono, e il tempo nel quale si formarono gli strati orizzontali che si osservano ai loro piedi. I Pirenei ne offrirebbero un esempio. E si dovrebbero considerare come contemporanee dei Pirenei le catene nelle quali gli strati inclinati e gli orizzontali offrono gli stessi tipi organici. Naturalmente però questa teoria sollevò critiche numerose. Fra gli altri Carlo Lyell (1840), dell'opera del quale diremo più innanzi, uno dei più fervidi sostenitori del *metamorfismo* — la lenta e graduale trasformazione delle rocce — faceva notare che la parola « contemporaneo » non si deve riferire ad un semplice momento, ma a tutto il tempo passato fra l'accumularsi degli strati inclinati e il depositarsi degli strati orizzontali, non potendosi ammettere, ad esempio, che gli strati inclinati che s'appoggiano ai fianchi dei Pirenei, siano proprio gli ultimi depositati nel periodo cretaceo, o che, subito dopo che s'inclinarono, tutte o quasi tutte le specie animali o vegetali cui ora racchiudono sotto forma di fossili, furono distrutte.

Frammento d'uno dei nove meteoriti caduti a Monte Milone (Macerata) l'8 maggio 1846.
Museo Mineralogico di Bologna
Collezione Bombicci.

Verso la metà del secolo oramai tutti i geologi ammettevano due categorie di rocce: le *rocce eruttive* (endogene) uscite dalle regioni interne della Terra allo stato di fusione (vulcaniche) o di rammollimento (plutoniche), come il granito, il porfido, la diorite, le serpentine, il basalto, ecc., e le *rocce sedimentose* (esogene) la di cui orizzontalità fu in parte almeno distrutta dalle rocce eruttive, dette anche formazioni transitorie, secondarie e terziarie, come il calcare, lo schisto argilloso, i banchi d'infusori scoperti da Ehrenberg, ecc. I werneriani, tenendo conto quasi esclusivo della loro struttura apparente, descrivevano queste due sorta di rocce coi nomi di *saxa solida* (rocce in masse) e di *saxa fissilia* (rocce schistose), ammettendone anche una terza categoria, quella dei *saxa aggregata* o delle rocce *conglomerate* o aggregate. Chiamavano

poi *breccie* i marmi composti di frammenti calcari, e *puddinghe* le rocce formate dalla riunione di frammenti di silice, collegando questi conglomerati coi gres. Secondo de Saussure, ad esempio, le puddinghe e le breccie non differivano dai gres se non perchè i loro elementi erano di maggiori dimensioni, gli spazi interposti più larghi, il cemento che li riempiva più abbondante e più visibile. Ora il vocabolo conglomerato si estende a tutte le rocce frammentarie i di cui elementi sono uniti da un cemento. « Quando delle isole basaltiche o dei monti trachitici — scriveva de Buch — furono sollevati attraverso a grandi fratture, dallo sfregamento delle masse ascendenti contro le pareti delle spaccature derivò che il basalto o le trachiti si trovarono circondate da conglomerati formati a spese della loro massa. I grani che compongono i gres di moltissime formazioni sono stati staccati dallo sfregamento delle rocce eruttive plutoniche o vulcaniche piuttosto che dalla forza d'erosione d'un mare vicino. L'esistenza di questa specie di conglomerato, che si trova in masse enormi nei due emisferi, rivela l'intensità della forza con la quale le rocce eruttive si aprirono una via attraverso gli strati solidi della corteccia terrestre. Le acque si sono poi impadronite di questi frammenti, e li hanno disseminati a strati sul fondo stesso che oggi ricuoprono ». Ora, tenendo conto di queste considerazioni, e del modo con cui egli spiega la formazione delle dolomie, pare si debba ritenere de Buch come il vero autore della teoria del metamorfismo, che rende conto d'un'altra categoria di rocce importantissime, le *rocce metamorfiche*. La teoria del metamorfismo era fondata il giorno in cui si riconobbero le varie trasformazioni, meccaniche e chimiche, che le rocce possono subire nella grande officina delle forze sotterranee. Le prove non mancarono. Così al fatto segnalato da de Buch della formazione di masse dolomitiche per l'azione ignea d'una roccia eruttiva sugli strati di calcare compatto nel Tirolo meridionale e nel versante italiano della catena delle Alpi, bisogna aggiungere il resultato delle osservazioni fatte da de Humboldt e da Gustavo Rose sugli Urali e sull'Altai. Essi vi hanno infatti veduto lo schisto argilloso trasformato secondo essi per l'azione plutonica del granito in una massa granitoide composta di feldispato e di grandi lamelle di mica. Nelle Alpi, nel Gottardo, la marna calcare sarebbe stata così cangiata per l'eruzione del granito successivamente in micaschisto ed in gneiss; il marmo granulare, come quello di Carrara, sarebbe pure un prodotto di trasformazione del gres calcare o macigno sotto azioni plutoniche, ecc. L'osservazione microscopica, e le esperienze di sintesi delle rocce, consentono ora di considerare diversamente l'origine di queste e d'altre rocce.

Quarzo di Porretta.

Prima di chiudere questo capitolo dobbiamo accennare anche ad altre rocce che fu possibile riconoscere e studiare nel secolo XIX, le rocce d'origine extra-terrestre.

Il fenomeno delle stelle cadenti è ben noto. Per gli scienziati moderni una stella cadente non è altro che una massa rocciosa, la quale, percorrendo una data orbita negli spazi, nell'attraversare lo strato atmosferico che circonda il nostro globo dà luogo a fenomeni d'incandescenza. Appare agli occhi nostri quando entra nell'atmosfera terrestre; sparisce quando ne esce per attraversare di nuovo gli spazi dove l'aria è così rarefatta da non consentire o da non mantenerne la combustione superficiale, o quando il calore sviluppato nella sua corsa attraverso l'aria è sufficiente per volatilizzarla e trasformarla in vapore o in pulviscolo impalpabile:

> . . . . . per li seren tranquilli e puri
> discorre ad or ad or subito foco
> movendo gli occhi che stavan sicuri
> e pare stella che tramuti loco;
> se non che dalla parte onde s'accende
> nulla sen perde ed essa dura poco.
>
> (DANTE).

Questo il fenomeno nelle sue più frequenti modalità. Qualche volta però la massa infocata, ritardata ne' suoi movimenti dalla resistenza dell'aria, ci appare intensamente luminosa, e vicina, e più lenta. Allora prende il nome di bolide. E d'ordinario non accade altro di notevole. La meteora ignea si spegne, talora silenziosa, talora dando luogo ad una detonazione più o meno violenta. Ma qualche volta alla detonazione, unica o multipla, segue la caduta di uno o più frammenti rocciosi sulla superficie terrestre, e allora si hanno i *meteoriti* o *meteoroliti*, o *aeroliti*, già noti sotto i nomi di pietre del fulmine, di fuoco, o del sole, o della luna.

Ma quanto tempo passò prima che il fenomeno fosse ammesso dagli scienziati! Lavoisier, Fougeroux e Cadet, incaricati nel 1769 dalla Accademia delle Scienze di Parigi di verificare se proprio il 13 settembre 1768 a Lucè, in Francia, fosse caduta una pietra dal cielo, la quale era stata raccolta da parecchie persone, che l'avevano seguita con lo sguardo nel suo aereo tragitto sino al momento nel quale toccò il suolo, negarono assolutamente la possibilità del fenomeno. Il processo verbale con cui la municipalità di Lagrange, pure in Francia, constatava che il 24 luglio 1790 cadde nei campi, sui tetti delle case, nelle vie del villaggio, una grande quantità di pietre dal cielo, fu dai giornali del tempo tenuto come un racconto ridicolo, fatto solo per eccitare le risa degli scienziati non solo, ma di tutta la gente ragionevole.

Meteorolito oligosideritico caduto il 15 luglio 1878 a Tieschitz, in Moravia.
Lamina sottile veduta al microscopio.

L'abate Ambrogio Soldani, che illustrò la caduta di aeroliti avvenuta a Lucignano d'Asso il 16 giugno 1794 con un opuscolo intitolato « Sur una pioggetta di sassi avvenuta il 16 giugno 1794 presso Lucignano d'Asso », s'ebbe le beffe e le derisioni dei contemporanei e il sopranome di « abate

pioggetta ». Fu il de Drée il primo mineralogista, che, in occasione della caduta a Salles, avvenuta il 12 marzo 1798, d'un aerolito, autenticò il fenomeno, e fu Vauquelin il primo degli Accademici di Parigi a dichiarare, a proposito dei meteoriti caduti il 19 decembre 1798 a Krak-Hut, nelle Indie, che il fenomeno era possibile. Allora molti meteoriti, caduti anteriormente e conservati per caso, vennero fra le mani dei dotti, che cominciarono a studiarli e ad analizzarli; ma solo da qualche anno appresso, da quando cioè il 26 aprile 1803 avvenne a l'Aigle in Francia una vera pioggia d'areoliti, cui Biot, delegato dell'Accademia delle Scienze di Parigi, studiò in tutti i suoi particolari, data la scienza dei meteoriti; una scienza quanto nessun'altra forse interessante.

I meteoriti furono studiati chimicamente da Howard, Klaproth, Vauquelin, Langier, Pisani, Stromeyer, Dufrenoy, Cordier, Cadet, Damour, Berzelius, Wollaston, Clark, Meunier, Haidinger, Barcell, Bunsen, Engelbach, Scelheim, Olmstedt, Rammelsberg, Shepard, Apjohn, Fischer, ecc. Le analisi rivelarono la presenza di ferro, quasi costante, nichelifero, spesso metallico, talora sotto forma di ossido, solfuro, fosfuro, ecc.; nichelio; cobalto; cromo sotto forma di sesquiossido, di solfuro, di ferro cromato; manganese; alluminio, sotto forma di ossido, pirosseno, augite, ecc.; magnesio, nei silicati, nei fosfuri, ecc; calcio nei silicati, nei cloruri, nei carbonati; sodio; potassio; rame; piombo; stagno; titanio; ossigeno; solfo; cloro; carbonio; silicio; fosforo; arsenico; selenio; littio; fluoro; stronzio; glucinio; azoto; idrogeno; ittrio; vanadio; antimonio; molibdeno; bromo; zirconio. Nessun corpo indecomposto sconosciuto vi fu scoperto, confermandosi così i risultati delle osservazioni spettroscopiche e l'ipotesi della unità della materia fisica. Quanto ai composti, insieme a specie identiche alle terrestre — cloruri, solfuri, fosfuri, magnetite, cromite, silicati, carbonati, solfati, iposolfiti — furono trovate nei meteoriti anche specie affatto sconosciute, associazioni d'elementi che dovettero compiersi in circostanze speciali, e lo studio delle quali portò a conclusioni positive sulle circostanze stesse e sulle origini dei meteoriti. S'occuparono dei meteoriti da diversi punti di vista anche astronomi, fisici, mineralogisti, geologhi: ricordiamo Monge, Fourcroy, Warden, Olbers, Laplace, Biot, Brandes, Poisson, Chladni, Werner, Greg, Smith, Newton, Schmidt, il padre Secchi, Palmieri, Ragona, Mayer, Liais, Capponi, Coulvier-Gravier, Reichenbach, Haidinger, Kirkwood, Galle, Weiss, Struve, Winnecke, Hind, Hirn, Daubrée, che ordinò e studiò la magnifica collezione del Museo di Storia Naturale di Parigi, e sopra tutti, fra noi, oltre l'autore di questo volume, Giovanni Schiaparelli, al quale si debbono gli studi e la scoperta dell'origine stellare dei meteoriti, una delle più splendide scoperte scientifiche del secolo XIX, e Luigi Bombicci, l'illustre mineralogista recentemente (1903) rapito alla scienza, autore, fra l'altro, dei bellissimi studi sul quarzo di Porretta, al quale, oltre a molte pubblicazioni speciali recanti fatti e idee nuove al proposito, si deve la superba collezione di meteoriti che si ammira nel Museo mineralogico di Bologna, una delle più ricche del mondo, dopo quelle di Vienna e di Parigi.

V.

Il cavaliere de Lamarck — Biografia — Importanza della sua « Filosofia zoologica » — Gli organismi inferiori e la generazione spontanea — I « fluidi sottili » — I bisogni — L'addattamento — L'irritabilità dei tessuti — Conseguenze dell' « orgasmo » — La variabilità della specie e la legge dell' eredità — Il trasformismo di Lamarck — L'origine degli esseri viventi — Il primo quadro genealogico del regno animale fondato su dati scientifici — L'origine dell'uomo.

Abbiamo accennato appena a Lamarck e all'opera sua. Dobbiamo qui occuparcene più a lungo, come d'uno dei fondatori della teoria trasformista.

Giovanni Battista de Monet, più noto sotto il nome di cavaliere de Lamarck, nacque a Bazentin, villaggio della Picardia, il 1 agosto 1744. Egli era l'undicesimo figliuolo di Pietro de Monet, signore del villaggio, d'una antica famiglia del Bearnese, il quale, perchè possessore d'una fortuna assai modesta, destinandolo alla chiesa, lo fece entrare nei Gesuiti ad Amiens. Ma questa non era la vocazione del giovane gentiluomo, al quale, nella famiglia, tutto parlava di gloria militare. Infatti un fratello suo era morto all'assedio di Berg-op-Zoom, gli altri due servivano ancora nell'esercito combattente. E quando nel 1760 gli morì il padre, sedicenne appena, munito d'una lettera di presentazione al colonnello de Lastic, datagli dalla signora de Lameth, una sua vicina di campagna, raggiungeva sur un vecchio e cattivo cavallo l'esercito d'Allemagna a Lippstadt in Westfaglia. Il giorno dopo il suo arrivo al campo, in una battaglia nella quale si comportò come un eroe, conquistò le spalline d'ufficiale. Fortunatamente per la scienza questo brillante successo non doveva decidere del suo avvenire. Firmata la pace, una infiammazione dei gangli linfatici del collo rese necessaria una operazione, che lo richiamò a Parigi dove rimase vivendo presso un banchiere con una modesta pensione alimentare di quattrocento franchi. Ma una irresistibile passione lo trascinava al Giardino del Re ad ammirare e studiare le piante che vi crescevano, o ad erborizzare nella campagna... Malcontento dei sistemi di botanica che erano in uso allora, scrisse in sei mesi la sua « Flora francese », preceduta dalla « Chiave dicotomica » mercè la quale anche un profano può facilmente conoscere il nome d'ogni pianta. Era il 1778; Rousseau aveva messo di moda la botanica, tanto che tutti se ne occupavano. Buffon fece stampare i tre volumi della « Flora francese » nella Stamperia Reale, e l'anno seguente Lamarck entrava nell'Accademia delle Scienze. Volendo far viaggiare il pro-

prio figliuolo, più tardi Buffon gli dava per guida Lamarck, con un incarico del governo: e così egli potè visitare l'Olanda, la Germania, l'Ungheria. Contribuì all'« Enciclopedia metodica » iniziata da d'Alembert e da Diderot, con quattro volumi nei quali descrisse tutte le piante allora conosciute, i nomi delle quali cominciavano con le lettere dall'A alla P, e con la « Illustrazione dei generi » nella quale diede i caratteri di duemila generi, illustrati da novecento tavole. Quando fu creato il Museo di Storia Naturale, e Geoffroy Saint-Hilaire, sino allora mineralogista, fu da Daubenton improvvisato titolare della cattedra di zoologia, e precisamente della zoologia degli animali superiori, il botanico Lamarck fu fatto titolare della cattedra di zoologia degli animali senza vertebre. Egli s'era occupato un po' di conchiglie con Brugnières; ma aveva tutto da imparare, tutto da creare anzi in questo mondo sconosciuto, nel quale Linneo aveva per così dire rinunciato a introdurre l'ordine metodico ch'egli aveva saputo così bene stabilire fra gli animali superiori. Lamarck aprì il suo corso al Museo nella primavera del 1794, dopo un anno di preparazione, e creò dapprima la grande divisione degli animali in Vertebrati e Invertebrati, che è rimasta nella scienza. Conservando poi per i vertebrati la divisione di Linneo in mammiferi, uccelli, rettili e pesci, divise gli invertebrati in molluschi, insetti, vermi, echinodermi e polipi. Nel 1799 separò i crostacei dagli insetti, nel 1800 gli aracnidi; nel 1802 stabilì l'ordine degli anellidi, sotto divisione dei vermi, e quello dei radiari, differenti dai polipi. Come accadde di molti naturalisti, Lamarck volle occuparsi anche di fisica, di chimica, e pubblicò parecchie memorie, resurrezioni d'antiche

Mummie d'animali egiziani.
Gatti, coccodrilli, ecc.

teorie, errori gravi d'un uomo di genio, che credeva di poter stabilire col solo ragionamento certe verità che sono invece fondate sui fatti. Ma tali tentativi non ebbero neppure l'onore della critica; essi non la meritavano, a dovrebbero servir d'esempio a quelli che vogliono scrivere sur una scienza senza conoscerla profondamente. La sua « Idrogeologia », pubblicata nel 1802, ha un'altra colpa. Lamarck volle generalizzare sulla geologia, mentre essa

non era ancora assurta all'importanza di scienza: ed era di tutti, in quel tempo, l'osservar poco o punto, e lo stabilir dei sistemi che abbracciavano l'intero universo! Tuttavia ebbe il merito — vero precursore anche in questo — d'aver compreso che non vi sono rivoluzioni in geologia, ma lente azioni mille volte secolari. « Per la natura », così egli scriveva, « il tempo è nulla, e non è mai una difficoltà; essa lo ha sempre a sua disposizione, ed è per essa un mezzo senza limiti col quale ha fatto le maggiori come le minori cose ». Inoltre Lamarck distinse per primo i fossili litorali dai fossili pelagici. Ma son questi meriti dei quali è appena da far cenno in confronto di quelli che ebbe per altro riguardo. Nello stesso anno 1802 Lamarck pubblicò le sue « Considerazioni sull'organizzazione dei corpi viventi », nel 1809 la sua « Filosofia zoologica » e dal 1816 al 1822 la « Storia naturale degli animali senza vertebre » in sette volumi, un'opera colossale, che essendo di carattere unicamente descrittivo e tassinomico, fu accolta dalla approvazione unanime degli scienziati. La sua « Memoria sulle conchiglie fossili dei dintorni di Parigi » ebbe pure la migliore delle accoglienze. Ma frattanto l'esame minuzioso dei piccoli animali visibili solo alla lente o al microscopio stancò prima, poi indebolì la vista di lui, che aveva cominciato a cinquant'anni lo studio della zoologia. A poco a poco le nubi che glie l'oscuravano si fecero più dense, e divenne completamente cieco. Ammogliato quattro volte, padre di sette figliuoli, perduto il poco che possedeva, passò gli ultimi anni della sua vita quasi nella miseria, circondato solo dalle cure affettuose delle sue due figliuole. La maggiore di queste scrisse ancora sotto la sua dettatura una parte del sesto ed una parte del settimo volume della « Storia degli animali senza vertebre ». Dacchè il padre non lasciava più la camera, la coraggiosa figliuola non lasciava più la casa: il giorno che uscì la prima volta perdette i sensi colpita dall'aria libera che da molti anni non respirava più. Lamarck morì il 18 dicembre 1828, a ottantacinque anni, poverissimo. Alcuni anni dopo una delle sue figliuole appiccicava per una mercede quasi irrisoria sui fogli di carta bibula le piante dell'erbario del Museo dove suo padre era stato professore!

Antonio de Lamarck.

La « Filosofia zoologica » di Lamarck ha un'importanza grandissima nella storia della scienza naturale nel XIX secolo. Lamarck è il continuatore di Buffon, del quale non ha forse l'ampiezza dello stile, ma del quale possiede al più alto grado l'arte di aggruppare i fatti e di collegarli con ardite, luminose concezioni. Solo che in Buffon è sempre piuttosto il fisico: in Lamarck è il naturalista: in Lamarck al quale lo studio profondo degli animali e delle piante avea dato una sicurezza nel modo di considerare i rap-

porti che gli esseri viventi hanno tra loro, una ampiezza nel concepir la vita che Buffon non possedeva. D'altra parte Lamarck aveva un'altro vantaggio su Buffon. Questi s'era dato specialmente allo studio dell'uomo e degli animali superiori, e la vita appariva a lui con apparenze troppo complesse, troppo misteriose perchè potesse imaginarne mai possibile una spiegazione. Lamarck dichiara che i fenomeni più importanti da considerare non si sono offerti alle sue meditazioni se non quando egli s'è dato principalmente allo studio degli animali meno perfetti, ed alle ricerche sulle differenti complicazioni dei loro organismi; ed afferma che fu quasi sempre dall'esame accurato dei più piccoli oggetti che ci presenta la natura, e dalle considerazioni che sembrano le più minuziose, che si sono ottenute le nozioni più importanti per giungere alla scoperta delle sue leggi e per determinarne il cammino.

Fu infatti la considerazione dell'abito semplice e modesto sotto il quale si presenta la vita negli organismi inferiori, che condusse Lamarck a pensare che questi organismi furono i primi ad apparire sulla Terra, che essi si produssero spontaneamente, e che dal loro graduale perfezionamento derivarono tutte le altre forme viventi. Secondo Lamarck furono dei « fluidi sottili », messi in movimento dal calore e dalla luce del sole, che penetrando piccole particelle di sostanza mucilaginosa inerte, atta ad esserne influenzata, le animarono, e formarono così i primi esseri viventi. Questa maniera di gene-

Tipi di razza caucasica.

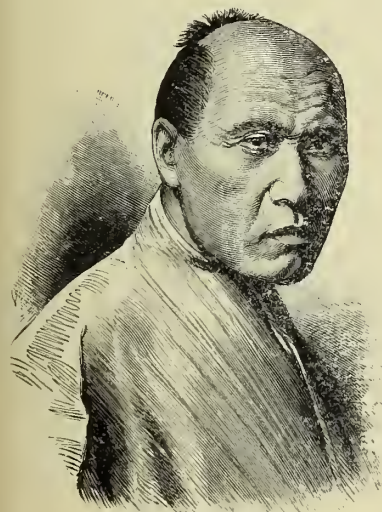
razione spontanea non va per altro intesa come la generazione spontanea che le esperienze di Pasteur e d'altri dimostrarono, almeno nelle condizioni ordinarie dell'ambiente inerte che ci avvolge, impossibile. Lamarck dice soltanto, usando il linguaggio del tempo suo, che la materia dovette essere dotata di movimenti speciali perchè si potessero formare gli esseri viventi: che

questi si sono prodotti sotto forme semplicissime le quali vennero poi gradualmente perfezionate dall'azione persistente dei fluidi sottili, cioè dei movimenti molecolari ai quali dovevano la loro origine. In questi organismi primitivi Lamarck suppone, come Erasmo Darwin, che siano apparsi allora nuovi stimoli, i « bisogni », i quali si moltiplicarono per ciascuno di essi a mano a mano che l'organismo ne diveniva più complesso, e che i suoi rapporti col mondo esterno si differenziavano. Soltanto che, mentre Erasmo Darwin ammette che l'irritazione prodotta negli organi dai bisogni basti a determinare la formazione d'organi nuovi o la modificazione d'organi già esistenti, Lamarck introduce un intermediario fra la produzione dei bisogni e le modificazioni che essi determinano. Secondo Lamarck questi bisogni persistenti hanno determinato la ripetizione incessante di certi atti, la produzione di certe abitudini, che alla lor volta divennero nuove cause di modificazioni. Infatti quasi ogni organo del quale un animale faccia uso frequente, abituale, si sviluppa e si perfeziona; ogni organo del quale l'animale cessi di servirsi, s'atrofizza al contrario, e scompare. Così, grazie alle abitudini, certi organi possono sparire, altri svilupparsi e perfezionarsi. È fuor di dubbio, ad esempio, che gli occhi degli animali che abitualmente vivono nell'oscurità tendono a sparire, e l'osservazione quotidiana non permette di dubitare che gli organi si perfezionino coll'esercizio. Ma questo processo di diversificazione suppone che gli organi di cui si tratta esistano già; ora come organi nuovi possono costituirsi di sana pianta? Qui Lamarck, con ipotesi sovra ogni altra ardita, suppone che il solo fatto del bisogno d'un organo possa determinarne l'apparizione in un animale: così per spiegare come i ruminanti abbiano messo le corna, imagina che, nei loro accessi di collera, frequenti sopratutto nei maschi, il loro intimo sentimento diriga più fortemente con questi sforzi i fluidi verso la parte superiore della loro testa, dove si formerebbe negli uni una secrezione di sostanza cornea, negli altri una materia ossea mista a sostanza cornea, che darebbe luogo alle protuberanze solide.. E, in generale, egli crede che quando la volontà determina un animale ad un'azione qualunque, gli organi che debbono esercitare questa azione vi siano tosto provocati dalla affluenza dei « fluidi sottili », che vi divengono la causa determinante dei movimenti che l'azione della quale si tratta esige, e ne risulti che questi atti d'organizzazione ripetuti, moltiplicati, fortifichino, estendano, sviluppino, e persino creino gli organi che sono necessari. Lamarck

Razza iperborea
1. Manguno (Siberia occidentale). 2. Giliak (Siberia orientale).

quindi, ammettendo la mutabilità delle specie, la attribuisce alla azione stimolante delle condizioni esterne, che si traduce sotto la forma di bisogni e spiega così tutto ciò che oggidì si comprende col vocabolo « adattamenti ». Così il lungo collo delle giraffe risulterebbe dal fatto che questi animali abitano una regione dove le foglie sono portate dagli alberi alla sommità d'un lungo tronco; così le lunghe zampe dei trampolieri deriverebbero dal fatto che questi uccelli hanno bisogno di cercare senza bagnarsi il loro nutrimento nell'acqua, ecc.

Razza Mongolica.
Cinese.

D'altra parte l'idea che Lamarck si fa della vita si connette intimamente a questa sua ipotesi sul modo di formazione e di sviluppo degli organi, e questa ipotesi, considerata da siffatto punto di vista, perde tutto ciò che apparentemente può avere di ardito. Due fluidi, secondo lui, penetrano le molecole atte a vivere; il calore e la elettricità. Il calore distende le molecole viventi, le allontana le une dalle altre, senza distruggere la loro coesione, e mantiene così i tessuti viventi in uno stato speciale di tensione, che Lamarck designa sotto il nome di *orgasmo*. Questo orgasmo è uno stato di lotta fra la coesione delle molecole viventi e il calore: da questo stato deriva la *irritabilità* dei tessuti. Venga infatti a manifestarsi sur un punto l'influenza dell'elettricità, senza posa in moto, e che le influenze esterne possono attirare su questo punto o che la volontà vi può dirigere, e l'equilibrio fra la coesione e il calore è distrutto, e l'orgasmo cessa; il tessuto che non è più in istato di tensione si contrae nel punto dove il calore è diminuito, per riprendere un istante appresso il suo stato primitivo. Il tessuto reagisce così contro gli eccitamenti esterni. Un muscolo non contratto manifesta il suo stato di orgasmo con ciò che è stato detto il *tono* muscolare. Non appena i nervi, strumenti della volontà, apportano nei muscoli l'elettricità che fa cessare l'orgasmo, e il muscolo si contrae per riprendere tosto il suo volume... Ora noi oggidì spieghiamo differentemente i fenomeni che Lamarck attribuisce all'orgasmo; ma non ne sappiamo di più circa le cause della vita. Quando diciamo che essa deve essere considerata come una specie di movimento delle particelle protoplasmiche, movimento che non sappiamo definire, non esprimiamo sostanzialmente un'idea differente da quella di Lamarck, poichè anche il calore non è altra cosa che movimento. E non siamo punto più innanzi

Razza Mongolica.
Giapponese.

per quel che si riferisce alla determinazione delle cause modificatrici degli organismi. Certo nessuno ammette più che i bisogni e i desideri che essi provocano siano per sé soli sufficienti a determinare la comparsa d'organi nuovi o modificazioni più o meno importanti negli organi già esistenti; ma d'altra parte si ammettono le conseguenze che derivano dall'uso e dall'inerzia degli organi; si ammette l'azione diretta dell'ambiente, si crede a modificazioni correlative degli organi, tali che, quando un organo si trasforma, molti altri organi in rapporto con esso subiscono il contracolpo delle sue modificazioni, sia che si sviluppino contemporaneamente, sia che si riducano in ragione del suo sviluppo; molti fatti inducono a credere che la rapidità crescente con la quale s'effettua lo sviluppo di mano in mano che gli organismi si complicano e che le loro parti tendono a cooperare, può intervenire nelle modificazioni che le parti del corpo presentano nei loro rapporti; si ammette inoltre una certa spontaneità nella variazione degli organismi, e infine Darwin stesso si limita a constatare che le specie variano senza domandarsi perchè...

Razza americana.
Indiano Chippeway (Stati Uniti).

Un'altra legge importante proclamò Lamarck: la legge dell'eredità. Secondo questa legge tutto ciò che la natura ha fatto acquistare o perdere agli individui per l'influenza delle circostanze, alle quali la loro razza si trova da lungo tempo esposta, e quindi per l'influenza dell'uso predominante d'un organo o per quella della mancanza costante d'uso d'altro organo, essa lo conserva per mezzo della generazione ai nuovi individui che ne derivano, purchè i cangiamenti acquisiti siano comuni ai due sessi o a quelli che hanno prodotto questi nuovi individui. Ora, questa legge è una delle leggi fondamentali delle teorie darwiniane. Solo che Darwin, dimostrando che la lotta per la vita ha necessariamente per conseguenza l'eliminazione delle forme stazionarie e di quelle che non presentano che variazioni inutili, per non lasciar sussistere che quelle le quali sono in qualche modo utili, ha potuto spiegare come accada che non sussista una continuità assoluta fra tutte le forme simultaneamente viventi, come ne sia scomparso un gran numero, e come quelle che rimangono, siano esse in apparenza degenerate o si siano perfezionate, abbiano potuto talmente adattarsi alle condizioni nelle quali vivono, da poterle credere create specialmente in vista di queste condizioni, e quindi tali da venir in appoggio alla teoria delle cause finali per la maravigliosa armonia che presentano col mezzo ambiente.

Lamarck è, come Buffon, assolutamente contrario alla dottrina aristotelica della finalità. Egli non crede le specie viventi create per un genere di vita determinato: egli afferma che son state create dal genere di vita che loro imposero le circostanze nelle quali si trovarono a dover vivere; gli adattamenti sono per lui la prova dell'azione diretta degli ambienti; la sua teoria

del trasformismo, anzi che spiegarli come fa quella di Darwin, li prende per punto di partenza.

Quando Geoffroy Sant-Hilaire riportò dall'Egitto le numerose mummie d'animali raccolte nelle necropoli, e prese a studiarle insieme a Cuvier, questi credette trovare nel fatto che quegli animali morti da più migliaia d'anni erano identici agli animali ora viventi nell'Egitto, una prova della immutabilità delle specie. Non si sapeva allora quale fosse stata la durata delle epoche geologiche: per coloro che ammettevano la creazione avvenuta appena seimila anni or sono, anzichè cento milioni d'anni, le mummie egiziane dovevano naturalmente apparire come gli avanzi dei primi esseri che avevan vissuto sulla terra. Ma Lamarck rispondeva vittoriosamente che le specie, essendo il risultato delle condizioni ambienti nelle quali esse vivono, devono rimanere immutate sino a che quelle condizioni non mutino. E non si sapeva allora che quelle poche migliaia d'anni trascorsi dal tempo nel quale avevano vissuto quegli animali, erano un nulla in confronto del tempo che la natura impiega per costituire una nuova epoca; e d'altra parte non solamente le specie contemporanee degli antichissimi popoli si son conservate, ma persino le razze dei loro animali domestici si mantennero, e la mutabilità delle razze non fu mai messa in dubbio.

Razza americana.
Patagono.

Lamarck non ammetteva che le specie si distruggessero, se non per opera dell'uomo. Egli non vide che la guerra dichiarata dall'uomo agli altri animali, non è che un caso particolare della grande lotta che gli animali combattono gli uni contro gli altri, lotta della quale per altro comprese le prime conseguenze, giacchè egli scriveva che, in seguito alla moltiplicazione delle specie di piccola mole, e sopratutto degli animali più imperfetti, la molteplicità degli animali poteva nuocere alla conservazione delle razze, a quella dei progressi acquisiti nel perfezionamento dell'organizzazione, in una parola all'ordine generale, se la natura non avesse preso delle precauzioni per restringere questa moltiplicazione entro limiti che non può mai superare; e aggiungeva: « Gli animali si mangiano gli uni gli altri, salvo quelli che vivono di vegetali; ma questi sono esposti ad essere divorati dagli animali carnivori. Si sa che sono i più forti e i meglio armati che mangiano i più deboli, e che le grandi specie divorano le più piccole ». Così Lamarck non solamente intravedeva la lotta per la vita come poi la concepì Darwin, ma ideava già

Razza americana.
Indiana.

la selezione naturale. Se non che egli non vide le conseguenze della concorrenza che si stabilisce fra gli animali delle stessa specie appena il cibo vien loro a mancare: egli credeva anzi che gli individui d'una stessa razza non si mangiassero che raramente tra loro...

Cuvier, partigiano com'era della fissità della specie, affermava che molti

E. Ronjat. BARBANT

Tipi di razza malese.

animali erano scomparsi da tempo più o meno remoto, ma attribuiva, come già accennammo, e come vedremo più innanzi, la loro scomparsa a immense catastrofi, a cataclismi generali, che secondo lui sconvolsero l'intera superficie del globo. Lamarck invece, famigliarizzato con lo studio dei molluschi fossili, colpito dalle graduali trasformazioni che questi mostrano d'aver subito, contesta la realtà di queste rivoluzioni del globo delle quali Carlo Lyell e i suoi discepoli dovevano poi dimostrare in modo irrefutabile l'insussistenza. Egli sostiene e sviluppa, quando appena la geologia era a' suoi albori, la dottrina delle cause attuali, indicando il programma che poi tutta una scuola di geologi dovea seguire, con queste parole: « Perchè supporre senza prove una catastrofe universale, quando il cammino della natura, meglio conosciuto, basta per render conto di tutti i fatti che noi osserviamo in tutte le sue parti? Se si considera, da una parte, che in tutto ciò che la natura opera, essa non fa nulla bruscamente, e che ovunque essa agisce con lentezza, e per gradi successivi, e d'altra parte che le cause particolari o locali dei disordini, degli sconvolgimenti, degli spostamenti, possono dar ragione di tutto ciò che si osserva alla superficie del globo, si riconoscerà che non è punto necessario supporre che una catastrofe universale sia venuta a metter tutto sossopra e a distruggere una grande parte dell'opere stesse della natura ».

Lamarck applicò la teoria della discendenza alla classificazione degli animali, che dispose in due linee, i progenitori delle quali sono stati generati spontaneamente; ma gli uni si son formati liberamente; gli altri, più elevati,

si sono prodotti in corpi già viventi i di cui umori si sono organizzati; essi hanno vissuto dapprima da parassiti, costituendo così la classe degli elminti. La prima serie ha subito una evoluzione molto limitata; la seconda ha condotto ai vertebrati. Giacchè Lamarck per primo in fatto di tassinomia animale procedette dagli inferiori ai superiori, dagli infusori o dagli elminti più semplici sino alle forme più perfette degli esseri viventi, affermando che l'ordine della natura è l'ordine stesso nel quale i corpi si sono formati dall'origine loro. Come questi corpi sembra procedan tutti gli uni dagli altri, è evidente per Lamarck che essi debbono formare delle serie non interrotte nelle quali non è possibile tracciare alcuna linea di demarcazione, separando gli uni dagli altri dei gruppi più o meno comprensivi. « La natura », egli scrive, « non ha realmente formato nè classi, nè ordini, nè famiglie, nè generi, nè specie costanti, ma solamente individui che si succedono gli uni agli altri e che rassomigliano a quelli che li hanno prodotti ». Quelli di questi individui che più si rassomigliano, e che si conservano nel medesimo stato di generazione in generazione da quando si conoscono, costituiscono per esso le specie. Ma gli individui che costituiscono le specie non presentano caratteri costanti se non quando le condizioni nelle quali sono posti

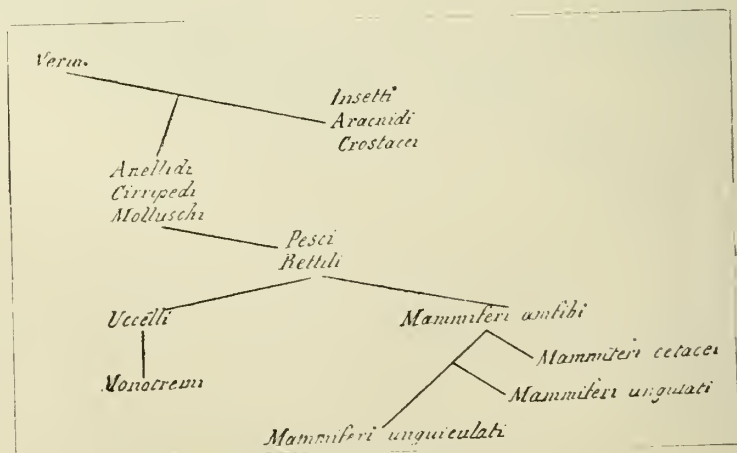
Tipi di razza nera.

rimangono invariabili; appena queste condizioni variano, gli individui cangiano; quindi gli esseri intermediari, in numero per così dire indefinito, che collegano fra loro le forme animali più disparate a prima vista. Dunque non esistono specie invariabili.

Lamarck però esagera il numero delle forme di passaggio, che, nella natura attuale, esistono fra le specie; ed esagera pure la facilità con la quale le

specie possono incrociarsi; l'instabilità della specie gli appariva troppo grande; ma egli non conosceva il fatto della scomparsa delle specie e non credeva alla possibilità di lacune. Tuttavia neppure ammette che la gradazione sia assoluta. Egli vede un *hiatus* profondo fra i corpi bruti e i corpi organizzati, e suppone un simile abisso fra gli animali e le piante, gli animali possedendo una facoltà, l'irritabilità, che manca completamente, secondo Lamarck, ai vegetali. Alla lor volta, dal punto di vista della loro complicazione organica, e se non si tien conto che delle classi, gli animali e le piante formano rispettivamente in ciaschedun regno una serie unica, una vera scala, i gradini della quale sono caratterizzati dallo sviluppo di sistemi d'organi sempre più complicati. Per Lamarck le forme diverse degli animali e delle piante risultano in ultima analisi da due cause: un certo ordine naturale direttamente istituito dalla Causa Suprema, e che si manifesta nella serie unica e graduale, nella scala formata rispettivamente dagli animali e dalle piante; — e l'influenza delle condizioni esterne, che, senza alterare quest'ordine in ciò che esso ha d'essenziale, agisce per variare all'infinito le produzioni naturali, e per creare intorno alla scala unica che rappresenta ciaschedun regno una infinità di piccole serie ramose di cui qualche branca può anche sembrare completamente isolata.

Dalla « Filosofia zoologica » di Lamarck risulta dunque che egli accetta pienamente l'opinione che le specie antiche si sono gradualmente modificate per produrre le specie attuali. Secondo Lamarck gli infusori, nati direttamente per generazione spontanea, produssero perfezionandosi i radiari; i vermi, formatisi in corpi già organizzati, ebbero una evoluzione più rapida e più profonda, e si divisero in due rami dei quali uno formò gli insetti, poi gli aracnidi e infine i crostacei, l'altro produsse successivamente gli anellidi, i cirripedi, i molluschi, i pesci ed i rettili; questi ultimi generarono da una parte gli uccelli, dai quali derivarono i mammiferi monotremi, dall'altra i mammiferi amfibii, i cetacei quindi, poi i mammiferi ordinari, che si divisero finalmente in ungulati e unguiculati. Ecco il quadro genealogico del regno animale ideato da Lamarck: quadro che ha importanza speciale poichè fu il primo fondato su dati scientifici;

Vermi
Insetti
Aracnidi
Crostacei
Anellidi
Cirripedi
Molluschi
Pesci
Rettili
Uccelli
Mammiferi amfibi
Mammiferi cetacei
Monotremi
Mammiferi ungulati
Mammiferi unguiculati

Quadro che serve a dimostrare l'origine dei diversi animali.

È superfluo notare che, naturalmente, a Lamarck mancavano molti fatti ed elementi che oggi possediamo e ci permettono di rilevare nel suo quadro molte inesattezze. Così, ad esempio, egli ha invertito l'ordine secondo il quale probabilmente si compì l'evoluzione degli articolati; così egli pose i cirripedi, che sono crostacei, fra gli anellidi e i molluschi, e fece discendere i monotremi dagli uccelli anzichè riunirli agli altri mammiferi, e derivò i mammiferi ordinari dai mammiferi amfibi anzichè questi da quelli...

Tipo di razza nera.

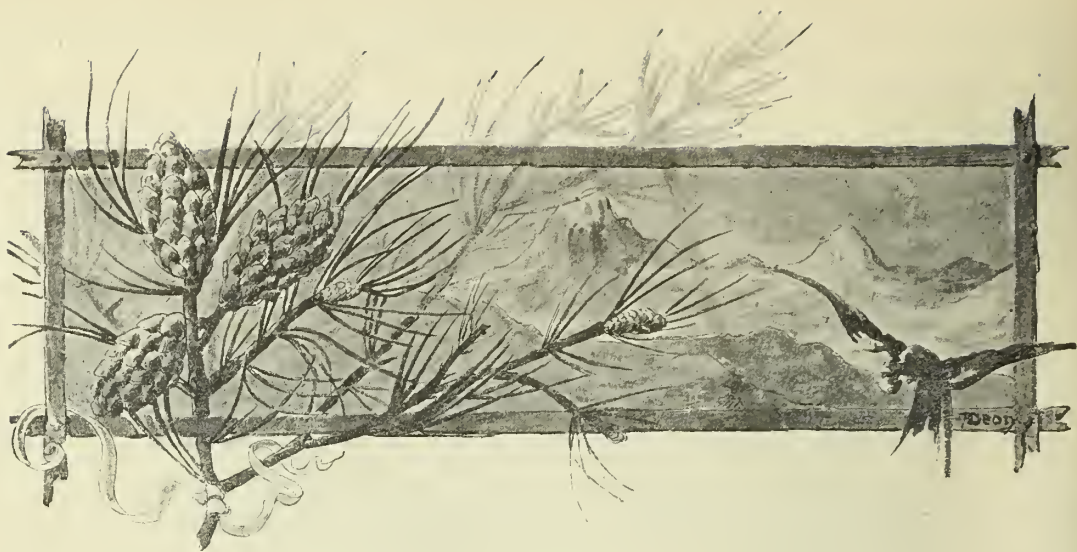
Nella sua « Filosofia zoologica » Lamarck, dopo aver descritto i quadrumani, nota come questa famiglia comprenda i più perfetti fra gli animali conosciuti; ma aggiunge che i naturalisti, i quali hanno considerato l'uomo solamente avuto riguardo alla organizzazione, ne hanno fatto con le sue sei varietà comuni — caucasica, iperborea, mongola, americana, malese, ed etiopica o nera — un genere particolare che costituisce da solo una famiglia a sè; i bimani, mammiferi a membri separati, unguiculati, con tre sorta di denti e coi pollici opponibili solo nelle mani. Se l'uomo non fosse distinto dagli animali se non relativamente alla sua organizzazione, continua Lamarck, sarebbe facile mostrare che i caratteri d'organizzazione dei quali ci si serve per formarne, con le sue varietà, una famiglia a parte, sono tutti il prodotto d'antichi mutamenti nelle sue azioni, e di abitudini ch'egli ha preso e che son divenute proprie degli individui della sua specie. E constata che infatti, se una razza qualunque di quadrumani, soprattutto la più perfezionata fra esse, l'orang (*pithecus*) perdesse, per necessità di circostanze o per qualsivoglia altra causa, l'abitudine d'arrampicarsi sugli alberi e di afferrarne i rami coi piedi come con le mani per attaccarvisi, e se gli individui di questa razza, per una lunga serie di generazioni, fossero forzati a non servirsi dei loro piedi se non per camminare, e cessassero d'adoperare le loro mani come piedi, indubbiamente questi quadrumani si trasformerebbero in bimani, ed i pollici dei loro piedi cesserebbero di far angolo con l'altre dita e di possedere la facoltà di opporvisi. Così, secondo Lamarck, questi quadrumani fatti bimani, avrebbero potuto, in seguito allo sforzo ripetuto per generazioni di tenersi eretti, dovuto al bisogno di dominare e di vedere insieme lontano e intorno, acquisire ai loro piedi una direzione perpendicolare rispetto all'asse del corpo

alle loro gambe i polpacci. Nello stesso modo, cessando d' usar le mascelle come armi per mordere, strappare, o afferrare, o come tenaglie per tagliar l'erba, e usandole solo per la masticazione, il loro angolo facciale si sarebbe aperto, il loro muso si sarebbe accorciato, e i loro denti incisivi avrebbero finito col divenir verticali. Una razza di quadrumani così perfezionata non avrebbe tardato a dominare gli altri animali, a impadronirsi di tutte le regioni della terra che le fossero meglio convenute, a cacciarne gli abitanti costringendoli ad abitare le regioni deserte, ad arrestare quindi i progressi del perfezionamento delle loro facoltà, mentre essa stessa, signora e padrona, si sarebbe creati nuovi bisogni che avrebbero eccitato la sua industria e gradualmente perfezionato i suoi mezzi e le sue facoltà: infine questa razza preminente, avendo acquistato una supremazia assoluta su tutte le altre, sarebbe giunta a stabilire fra essa e gli animali più perfezionati una differenza e, in qualche modo, una distanza considerevolissima, resa enorme dall' acquisto della facoltà del linguaggio, dovuto a nuovi bisogni creati alla novella razza soprattutto dal fatto dell'associazione de' suoi individui. « Così — scrive Lamarck — i soli bisogni hanno fatto tutto; essi avranno originato gli sforzi; e gli organi adatti alle articolazioni dei suoni si saranno sviluppati grazie al loro uso abituale »; e conclude: « Tali sarebbero le riflessioni che si potrebbero fare se l'uomo, considerato come la razza preminente in questione, non si distinguesse dagli animali se non pei caratteri della sua organizzazione, e *se la sua origine non fosse differente dalla loro* ».

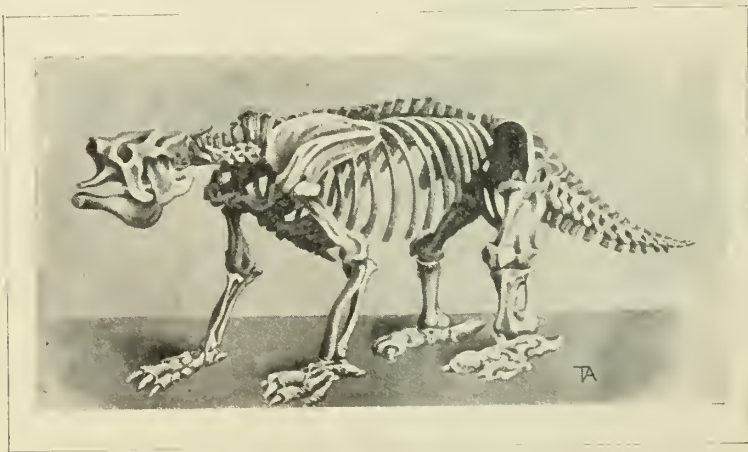
Lamarck dunque, come naturalista, considera l'uomo come un prodotto della evoluzione, come una scimmia modificata: come filosofo e psicologo vede tra l'uomo e gli animali un abisso, e l'uomo gli appare una emanazione diretta del Creatore. Eppure, a considerar bene l'opera di Lamarck, anche dal lato psicologico, quell'abisso non par più profondo come a prima vista potrebbe sembrare. Infatti secondo Lamarck i mezzi esterni non agiscono direttamente sugli organismi: essi non li modificano che eccitando in essi dei bisogni, poi delle abitudini, che provocano l'uso o la mancanza d'uso degli organi, e determinano così il loro perfezionamento o la loro atrofizzazione. I bisogni sono intimamente collegati alle sensazioni, e queste alle facoltà intellettuali: così Lamarck annette una grande importanza allo sviluppo più o meno grande di queste facoltà negli animali, ch'egli divide nella sua classificazione definitiva, nella « Storia naturale degli animali senza vertebre », in *animali apatici*, *animali sensibili* e *animali intelligenti*. Questa distinzione mostra come Lamarck ammetta uno sviluppo graduale delle facoltà intellettuali. Egli del resto si sforza di dimostrare che « tutti gli atti dell'intelligenza esigono un sistema d'organi particolari per poter compiersi », e poichè questi organi sono gli stessi nell'uomo e negli animali superiori, in quanto non vi è fra essi che una differenza di grado, ne deriva necessariamente che, se gli animali più elevati sono derivati dai più semplici, l'uomo deve a sua volta essere derivato dalle forme superiori del regno animale. Dopo aver sviluppato tutte le sue idee sulla natura dell'intelligenza, ch'egli considera semplicemente come un insieme di fenomeni meccanici, Lamarck tuttavia non ritorna sul problema del posto dell'uomo nella natura. Quasi c'è da domandarsi s'egli

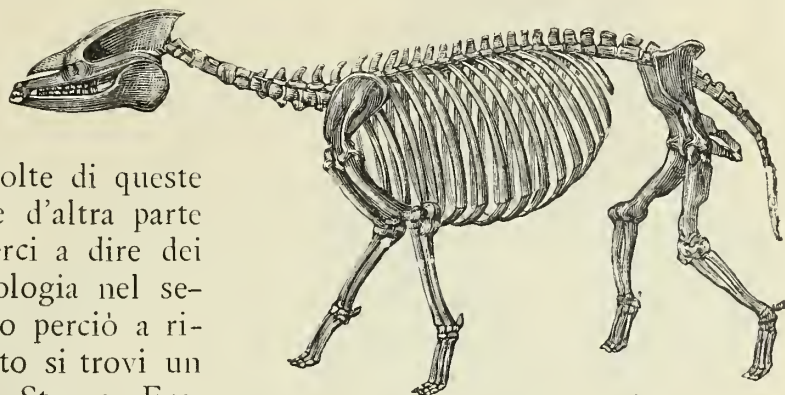
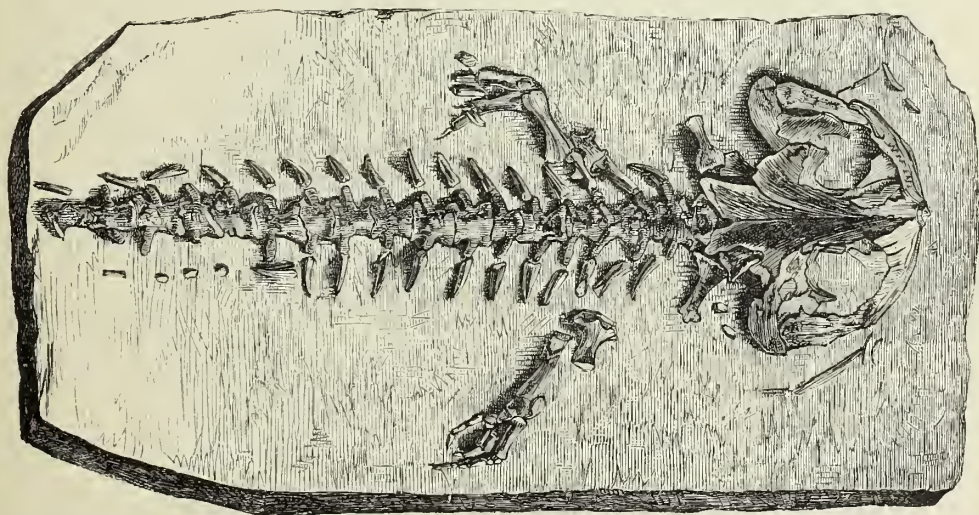
non temesse con un'ultima suprema audacia di compromettere il successo d'una opera che gli aveva costato tanto, e che egli sapeva correr troppo innanzi al tempo suo. Infatti egli chiude il suo libro con questa melanconica riflessione, disgraziatamente ancor troppo vera: « Gli uomini che si sforzano con le opere loro di respingere i limiti della scienza umana, sanno bene che non basta loro di scoprire e di mostrare una verità utile che si ignorava, e che bisogna inoltre diffonderla e farla conoscere; ora la *ragione individuale* e la *ragione pubblica*, che si trovano nel caso di derivarne qualche mutamento, d'ordinario vi oppongono tale ostacolo, che riesce più difficile far riconoscere una verità, di quel che non riesca lo scoprirla. Io lascio questo argomento senza svolgerlo perchè so che i miei lettori vi suppliranno sufficientemente, per poco che essi abbiano d'esperienza nella considerazione delle cause che determinano le azioni degli uomini »...

Perrier scrive che sull'esemplare della « Filosofia zoologica » che appartiene alla Biblioteca del Museo di Storia Naturale di Parigi, un contemporaneo di Lamarck ha scritto queste parole: « *homme assez superficiel* »... Lamarck aveva meritato con la sua « Storia naturale degli animali senza vertebre » il nome di « Linneo francese » ; la sua « Filosofia zoologica », dice Isidoro Geoffroy Saint-Hilaire, gli fu solo perdonata in vista della grande opera descrittiva! Le idee nuove, geniali e feconde delle quali la « Filosofia zoologica » abbonda, dovevano essere sepolte sotto i sarcasmi ai quali Cuvier stesso disgraziatamente s'associò. Esse dovevano dormire un mezzo secolo prima che gli scienziati le ricercassero per meditarle... Forse anche Lamarck ebbe il torto di scendere nell'arena scientifica, mentre due grandi, due terribili campioni l'occupavano: Geoffroy Saint-Hilaire e Cuvier.

Orango d'Angola.

VI.

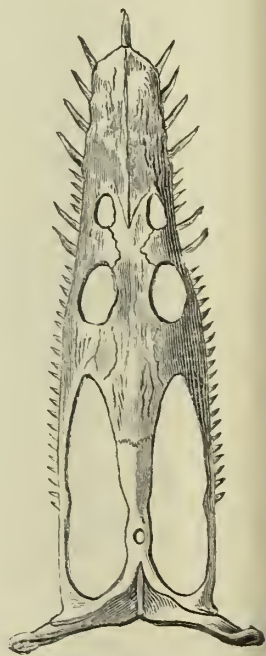
La paleontologia — Gli storiografi della paleontologia — Origini della paleontologia — I fossili — Primato italiano — Processi di fossilizzazione — Rapporti fra la paleontologia, la biologia e la geologia — Ricerche sulle ossa fossili e teorie geologiche di Cuvier — La teoria dei cataclismi e delle creazioni successive — Gli oppositori di Cuvier e Lamarck, von Schlottheim, Parkinson, ecc. — Luigi Agassiz — Alcide d'Orbigny — Il visconte d'Archiac — Paleontologi francesi, inglesi, americani, tedeschi, italiani — La paleofitologia — Carlo Lyell e la teoria delle cause attuali — Le leggi della paleontologia — La cronologia stratigrafica — Caratteri delle êre e dei periodi geologici.

Le origini remote della paleontologia sono state già ricercate e narrate da dotti e illustri scienziati. Ricordo quel che ne scrissero Carlo Lyell nel primo volume dei suoi « Principî di Geologia » (1840), G. B. Brocchi nel suo « Discorso sui progressi dello studio della geologia » nel primo volume della « Conchiologia fossile subalpina » (1842), il d'Archiac nella « Storia dei progressi della geologia dal 1834 al 1835 » (1842) e nella introduzione al suo « Corso di paleontologia stratigrafica » (1862), Sainte-Claire-Deville del « Colpo d'occhio storico sulla geologia e sui lavori di Elia de Beaumont » (1845), il Pilla nel « Cenno storico sui progressi della orittognosia e della geognosia in Italia » (1833), e nel « Discorso accademico intorno ai principali progressi della geologia ed allo stato presente di questa scienza » (1840), il De Filippi nei « Progressi della geologia sino al principio del secolo XIX » (1846), il Cornalia nei « Progressi della geologia nel secolo XIX » (1847), lo Stoppani nella prelezione al suo « Corso di geologia » col titolo « Della priorità e preminenza degli italiani negli studî geologici » (1862), il Meneghini nell'orazione

Megatherium ricostruito da Cuvier.

inaugurale degli studî nell'Università di Pisa « Del merito dei Veneti nella Geologia » (1866), Ferdinando Koefer nella sua « Storia della botanica, della mineralogia e della geologia » (1884), l'Omboni nei suoi « Brevi cenni sulla storia della geologia » (1894), Felice Bernard nelle generalità premesse ai suoi « Elementi di paleontologia » (1895)... Molte di queste opere sono ben note, e d'altra parte noi dobbiamo restringerci a dire dei progressi della paleontologia nel secolo XIX. Ci limiteremo perciò a ricordare come in Erodoto si trovi un primo accenno ai fossili. Strano: Erodoto afferma che i sacerdoti egiziani conoscevano le conchiglie fossili, attribuivano ad esse una origine marina, e ne concludevano che l'Egitto avea dovuto anticamente essere sommerso! E soltanto venti e più secoli dopo quest'opinione era accolta per vera... Nulla di nuovo, mai! Anassimandro, il discepolo di Talete, cinque secoli prima dell'êra volgare, affermava che l'uomo deve discendere da creature d'una forma particolare, perchè, mentre gli altri animali si procurano facilmente il cibo, l'uomo deve vivere a lungo prima di poter bastare a sè stesso, ed esige una lunga educazione, e che qualunque essere che gli avesse rassomigliato nell'origine, non avrebbe potuto conser-

Palaeoterium magnum.
Mammifero del gesso dell'oligocene inferiore di Parigi.

Andrias Scheuchzeri o grande salamandra di Oeningen (Pliocene).

varsi... Ma Cuvier, citando questo passo, se ne serviva per coprir di ridicolo Lamarck e Geoffroy Saint-Hilaire, in quanto con le loro dottrine trasformiste facean rivivere i sogni del filosofo greco! Anche Aristotele, Senofonte, e Strabone conobbero i fossili e presentirono la loro origine vera. Ma poi, per lunghi secoli, prevalse l'opinione ch'essi nulla avessero di comune con

L. Agassiz.

gli esseri viventi: solo i dotti più arditi, fra i tanti, che, specialmente in Italia e nell' Inghilterra, s' occuparono della questione, osarono supporre che le conchiglie fossili fossero un tempo abitate da esseri viventi, e fossero state poi abbandonate sui monti e sui piani dal diluvio di Noè. Verso il 1300 il Boccaccio nel suo « Filocolo » citava le conchiglie marine fossili dei colli toscani come una prova dell'antico soggiorno del mare su quella regione; due secoli dopo il napoletano Alessandro d'Alessandro scriveva altrettanto delle conchiglie fossili della Calabria, e Leonardo da Vinci, combattendo la volgare credenza che i fossili fossero giuochi della natura, o scherzi dovuti all'influenza dei corpi celesti, o ad una misteriosa forza plastica della terra, o a grasse esalazioni, o persino saggi più o meno riusciti di creazioni di nuovi animali, sosteneva essere i fossili veramente avanzi d' organismi che avean vissuto là dove quegli avanzi stessi si trovano. Ma poi altri — il Beringer di Wurzburg, il senese Andrea Mattioli, il modenese Gabriele Faloppio, Michele Mercati di San Miniato, ed altri medici naturalisti del secolo XVI — ritornarono alle antiche idee, mentre Gerolamo Fracastoro di Verona, Gerolamo Cardano di Pavia, Simeone Majoli di Asti, Fabio Colonna di Napoli, Cesalpino, Bernardo Palissy, o ammettendo che il mare in altri tempi coprisse i monti, o,come il Majoli, immaginando i fossili eruttati col fango da vulcani antichissimi, sostenevano l'origine vitale dei fossili. Tutti per altro erano partigiani convinti delle teorie diluviane, non escluso Stenone, il celebre anatomo danese, che visse a lungo in Toscana nel secolo XVII e che mostrò l'identità dei denti di squali viventi e fossili; e questa tendenza, come ingegnosamente fa notare Lyell, si spiega con la natura dei fossili onde son ricchi i musei italiani: d'ordinario forme dei terreni terziarî superiori, che hanno una grande analogia con quelle che vivono attualmente sulle coste d'Italia. In Inghilterra, invece, le opinioni erano naturalmente diverse; i fossili inglesi, appartenendo in generale a terreni molto più antichi, non rappresentavano pei naturalisti del tempo nulla che fosse a quel tempo vivente; i dotti inglesi, fra gli altri Roberto Hooke, che visse dal 1635 al 1703, il perfezionatore del microscopio, l'inventore degli orologi da tasca, erano tutti difensori dell' estinzione delle forme fossili. Contemporaneo dello Stenone fu Bernardino Ramazzini da Carpi, e di poco posteriori furono Ulisse Aldrovandi di Bologna, Francesco

Nothosaurus mirabilis Münst.

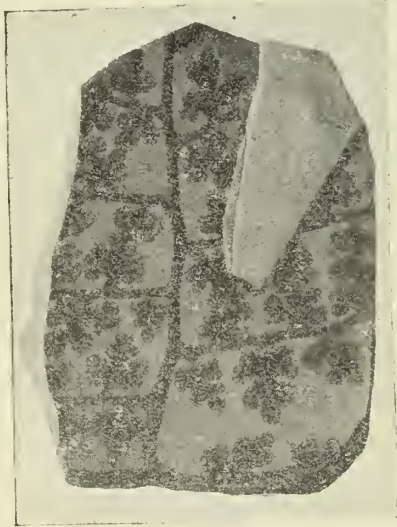
Calceolari di Verona, Manfredo Settala di Milano, Francesco Imperati di Napoli, il siciliano Agostino Scilla, ed altri, che raccolsero e studiarono i fossili, ne fecero dei musei, e ne pubblicarono delle descrizioni. Sul principio del secolo XVIII cominciò in Italia, in Inghilterra, in Germania, una nuova fase per la paleontologia. I dotti si preoccuparono di studiar le rocce che racchiudono i fossili e di classificarle, se non ancora secondo l'età, secondo l'ordine della loro sovrapositura, di stabilire degli elenchi di fossili caratteristici d' ogni terreno, di rendersi conto dell'epoca relativa di apparizione dei principali tipi. Antonio Vallisnieri in Italia, Giovanni Woodward in Inghilterra, e più tardi Giovanni Lehmann in Germania, primi tentarono degli studî metodici di tal genere. Nel 1780 un italiano, il Soldani, ebbe la prima nozione delle faune pelagiche e litorali marine, e descrisse i fossili marini e d'acqua dolce del bacino di Parigi; poco tempo dopo un altro italiano, Giovanni Arduino, ch'ebbe anche il merito d'aver scoperto, molti anni prima del De Buch, il metamorfismo delle rocce, affermò l' importanza dei fossili per la distinzione delle rocce in età differenti, e nel 1790 l' inglese Smith fondava una eccellente classificazione degli strati d'Inghilterra sui fossili che essi contengono. Contemporaneamente

Plesiosaurus dolichodeirus.

Archaeopteryx lithographica.

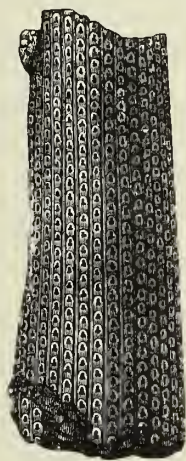
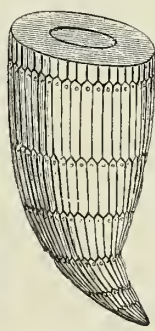
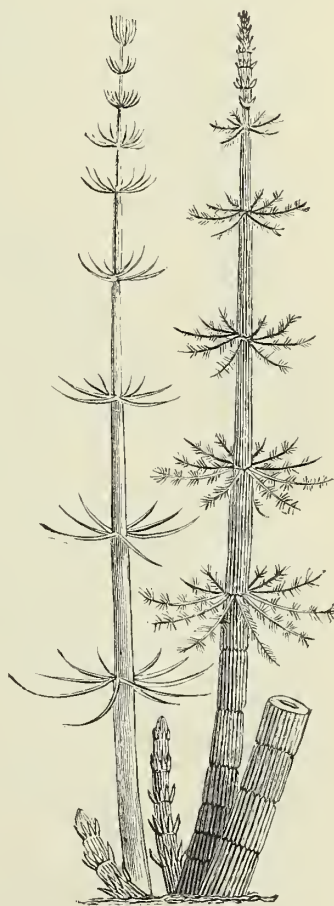
si veniva a idee più giuste nelle teorie geogeniche: Antonio Vallisnieri per la prima volta tentava di separare i dati scientifici dall'interpretazione della Genesi, e Anton Lazzaro Moro e il suo commentatore, il frate carmelitano

Cirillo Generelli, riassumendo ed accettando le idee giuste emesse sino allora, domandavano che non si facesse più intervenire la divinità a seconda dei capricci dei dotti per farle operar dei miracoli col solo scopo di confermare delle ipotesi. Finalmente col secolo nuovo sorgeva il genio di Cuvier e creava la paleontologia.

Il nome le venne dato da Enrico de Blainville di Arques, nato nel 1777, morto nel 1850, allievo di Cuvier, zoologo egregio, critico e polemista insuperabile, autore di parecchie opere pregevoli di fisiologia e di zoologia, e d'una « Storia delle scienze dell'organizzazione ». Essa è propriamente lo studio degli animali e dei vegetali che hanno vissuto sulla terra in epoche anteriori all'attuale, e dei quali si trovano le spoglie o parti di esse conservate nei terreni sui quali vissero, e che appartennero a specie ora in massima parte estinte, di cui le identiche furono anche contemporanee, e di cui quelle più semplici furono le più antiche. Questi esseri organici conservati, e con essi le loro impronte, le loro tracce, tutto ciò che può attestare la loro antica esistenza, sono appunto i fossili.

Sphenopteris obtusilobata.

Degli organismi fossilizzati alcuni si conservarono sostanzialmente, senz'altro; altri si conservarono per una naturale incrostazione; altri si trasformarono mineralizzandosi, soprattutto silicizzandosi o carbonizzandosi; di altri in fine non rimasero che impronte fisiologiche ed orme. Tra i fossili conservati sono, ad esempio, molti artropodi, e specialmente insetti, che si mummificarono nell'ambra o in strati carboniosi, e parecchi animali anche superiori, che si conservarono quasi perfettamente nelle torbe. Di altri organismi si conservarono, sottratte all'azione dell'aria, solo le parti costituite da sostanze minerali, come silice, carbonato di calcio, fosfato di calcio, ecc., cioè ossa e denti di vertebrati, mandibole di vermi, gusci silicei o calcarei di molluschi, di rizopodi, di celenterati, di echinodermi, spicole calcaree o silicee di poriferi, parti minerali di certe alghe. Frequenti son pure le conservazioni per via di incrostazione. Organismi d'ogni genere possono così essere a lungo conservati. Nella Guadalupa si trovarono persino degli scheletri umani incrostati di sostanze calcaree; nel travertino dei dintorni di Bagnorea fu trovato un cranio umano incrostato. Molte volte accade che, specie gli organismi vegetali, si conservino in qualche modo mineralizzandosi. È d'ordinario la silice che si sostituisce molecola a molecola ai tessuti organici legnosi non alterandone la forma. Spesso anche i vegetali si carbonizzano, sempre conservando la loro forma, e con un processo analogo il carbonato di calce di certe conchiglie viene sostituito da spato calcare cristallizzato, da solfuro di ferro, da ferro ossidato, da limonite. Frequentissimi sono i casi di modellamenti. Nel caso d'un organismo, una conchiglia ad

esempio, che si distrugga completamente in seno ad uno strato lasciando vuoto lo spazio che occupava, se una sostanza qualunque penetri in quello spazio, pel veicolo dell'acqua nella quale sia disciolta, e vi si depositi, essa potrà finire con l'occupare tutto quello spazio modellandovisi, vale a dire acquistando la forma propria dell'organismo distrutto. Talora le sostanze minerali sciolte nell'acqua penetrano per infiltrazione con questa nell'interno di certe conchiglie a camere o cavità interne, chiuse, e vi si modellano, conservando le forme interne delle quali altrimenti non si potrebbe avere notizia. Spesso si conservano anche, sui terreni più fini, impronte di penne d'uccelli, di squame di pesci, d'interi corpi di celenterati e di altri animali, sebbene molli. Talora i terreni serbano pure le orme dei loro passi; e classiche sono le impronte dei passi dei chiroterii. Fu Riccardo Owen, del quale diremo più innanzi, che riconobbe nelle singolari impronte di passi scoperte su un grès rosso le tracce d'un batrace mostruoso, il labirintodonte. Col nome poi di impronte fisiologiche si indicano le tracce che rimangono del lavoro di animali; così certe ligniti o legni fossili conservano le tracce delle gallerie scavatevi dalle teredini, poi riempite di silice o d'altre sostanze sedimentatevi. Così i geologi segnano nei diversi strati le linee degli antichi litorali mercè i fori praticativi dai litodomi, che sono pure impronte fisiologiche, come i così detti cololiti, corpi labirintiformi, che rappresentano le gallerie scavate da

Ramo di Lepidodendron.

Tronco schiacciato di Sigillaria.

Calamites (porz. inf. del tronco).

Calamites (ricostruz.)

vermi nel suolo, e le tracce dei denti di carnivori sovra gli ossami nelle caverne. Si noverano infine tra i fossili anche le impronte fisiche, le tracce cioè lasciate dagli agenti fisici: come le impronte fisiche delle onde che rivelano bassi fondi marini, le impronte fisiche delle gocce d'acqua piovana, che rivelano strati già emersi, le striature, che rivelano antichi ghiacciai, ecc.

La paleontologia è una delle scienze più recenti, forse la più recente di tutte; eppure i suoi progressi, le sue conquiste furono maravigliose: troppo grandi perchè qui se ne possa tener conto particolareggiato. Bastino due

cifre: le specie fossili descritte sono più di 30.000: « l'Annuario geologico » del 1889, di Parigi, contava 735 pubblicazioni paleontologiche apparse solo in quell'anno... Tutte le nazioni, anche quelle che più recentemente conquistarono un posto fra le nazioni civili, vantano oggi, e numerosi, gli scienziati specialisti, che frugando le viscere della terra rivelano gli avanzi preziosi delle faune e delle flore che già vissero nelle patrie loro. Le Montagne Rocciose, le Pampas dell'America meridionale, l'Australia, le Indie Inglesi, la Siberia, sono ormai delle terre classiche della paleontologia, e come i più celebrati giacimenti di Francia, d'Italia, d'Inghilterra, di Germania, della Svizzera, della Norvegia, della Grecia, hanno dati materiali di studio interessantissimi. Ma prima, per parecchi anni, presso che per tutta la prima metà del secolo, la paleontologia dovette seguire a passo a passo i progressi di due scienze con le quali è strettamente collegata: l'anatomia comparata e la geologia. Essa può considerarsi infatti per un riguardo come una branca della biologia, in quanto la storia degli esseri che vissero già nella terra si collega strettamente con quella degli esseri che attualmente la popolano. Quindi la necessità d'un confronto continuo tra le specie viventi e le fossili. Ma queste non possono essere conosciute naturalmente con la precisione che l'analisi anatomica e istologica degli esseri viventi può raggiungere. Solo raramente infatti le parti molli lasciano qualche traccia di sè, e, quand'anche, si tratta di tracce minime: tanto che per indovinare (è la parola) l'organizzazione degli esseri scomparsi è necessario ricorrere al metodo induttivo. Solo confrontando attentamente gli avanzi fossili delle specie estinte con le parti similari degli esseri viventi, riesce possibile concludere dal noto all'ignoto e riconoscere l'essere con tutti i suoi caratteri essenziali. Quindi la necessità pel paleontologo d'essere anzi tutto botanico e zoologo. Tanto più che, come è noto, alla paleontologia si domandano le prove maggiori della teoria dell' evoluzione. Innumerevoli lacune sussistono tra le forme animali e vegetali ora viventi, sicchè non è possibile farne due serie rigorosamente continue. Ora esistono tra i fossili specie di passaggio che consentano di riempire quelle lacune? Si riscontrano tra le forme estinte le antenate delle forme viventi delle quali è ancora ignota l'origine? Ecco i problemi maggiori che si offrono alla paleontologia, e che la paleontologia, bisogna dirlo, risolve in grande parte, sebbene ancora un materiale sconosciuto enorme giaccia senza dubbio sotterra.

Voltzia heterophylla.

Non meno importanti sono i rapporti fra la paleontologia e la geologia. Naturalmente la scienza dei fenomeni che modificarono la superficie terrestre, la determinazione dell'età relativa degli strati che compongono quella che

noi chiamiamo la scorza terrestre, richieggono uno studio simultaneo degli esseri che abitarono già la terra e le acque, uno studio profondo dei fossili. La cronologia geologica stratigrafica è fondata soprattutto sul fatto accertato che entro certi limiti geografici, i quali si possono tanto più estendere quanto più antichi sono i terreni che si considerano, gli strati che sono stati depositati nelle stesse epoche conservano le stesse o quasi le stesse specie caratteristiche. È certo anche che, passando da un terreno a quello immediatamente sovraposto, o sottoposto, i fossili subiscono variazioni più o meno importanti, e queste variazioni sono profonde e diventano differenze quasi assolute quando si considerino gruppi di strati. Così i terreni sedimentari si possono dividere in cinque gruppi, che si possono quasi considerare come i terreni di cinque mondi ben distinti, successi gli uni agli altri, e che alla loro volta si possono comprendere in tre maggiori gruppi: quello degli esseri più antichi — il gruppo paleozoico —, quello degli esseri dell'età di mezzo — il gruppo mesozoico —, e quello degli esseri più recenti — il gruppo cenozoico. Tutte le specie che costituiscono le antiche flore e le antiche faune, ad eccezione di quelle che dànno luogo all'ultimo gruppo, non si trovano più nella vita contemporanea, e sono quindi specie estinte. Le specie caratteristiche degli strati più antichi appartengono all'infimo grado della scala degli esseri: negli strati più recenti si trovano gradualmente specie di esseri più perfetti. Così le alghe e i rizopodi sono rispettivamente i vegetali e gli animali fossili dei terreni più antichi. I molluschi, il guscio calcareo dei quali si presta meglio d'ogni altro resto di qualsivoglia organismo alla conservazione, si trovano in tutti i terreni, infinitamente variati di forme, e sono il più valido aiuto per stabilire la cronologia degli strati, e quindi delle epoche geologiche. Così è che per studiare gli strati geologici, e per conoscere i caratteri stratigrafici d'una regione, hanno soprattutto i naturalisti sino ad ora intrapreso le ricerche spesso lunghe e penose che determinarono la scoperta dei fossili. Sono i geologi, come ben osserva il Bernard, che dopo aver liberati dalle rocce le quali li avvolgono i fossili che hanno saputo scoprire, debbono ancora prepararli perchè nessuno dei caratteri che hanno potuto es-

Filone fettucciato modello nel Freiberg.

sere conservati sfugga alle loro investigazioni... Anche oggidì son essi che fanno le scoperte paleontologiche più importanti. Ma già sintomi sicuri, un po' per tutto il mondo scientifico, indicano essere giunto il tempo che gli studi paleontologici puri possono occupare l'attività degli scienziati che ad essi si dedicano esclusivamente.

Fu nel 1812 che Giorgo Cuvier pubblicò l'opera colossale, che egli modestamente intitolò « Ricerche sulle ossa fossili », preceduta, a guisa d'introduzione, dai « Discorsi sulle rivoluzioni del globo ». Era essa la raccolta completa di tutte le memorie già pubblicate sull'argomento; e nei quattro volumi in 4°, ricchi di molte tavole, erano descritte settantotto specie di quadrupedi, delle quali, come egli avverte nella sua « Storia dei progressi delle scienze naturali dal 1789 al 1839 », quarantanove sicuramente sconosciute ai naturalisti contemporanei, sedici o diciotto ancor dubbie, le rimanenti secondo ogni probabilità comuni e note. I suoi primi studi paleontologici risalgono al 1796, anno nel quale presentò all'Istituto una memoria nella quale cercava di stabilire che l'elefante fossile, gli avanzi del quale sono così frequenti in Francia, come del resto in tutta Europa, differisce e dall'elefante d'Africa e dall'elefante indiano. Fu questo fatto che gli aprì la mente a idee assolutamente nuove intorno alle teorie geologiche. « Quando la vista di alcune ossa d'orsi e d'elefanti m'insinuò, egli scrive, l'idea d'applicare le regole generali dell'anatomia alla ricostruzione ed alla determinazione delle ossa fossili, quando cominciai ad accorgermi che queste specie non erano punto rappresentate fra quelle dei nostri giorni, io non dubitavo guari di camminare sur un suolo pieno di spoglie più straordinarie ancora di quelle che avevo sino allora veduto, nè di essere destinato a riprodurre alla luce dei generi interi sconosciuti al mondo attuale e sepolti da tempo incalcolabile a grandi profondità ». Un giorno dell'anno 1798 un tal Vuarin portò a Cuvier poche ossa raccolte nelle cave di Montmartre. Cuvier, profondo zoologo e anatomista qual era, riconobbe subito che esse avevano appartenuto ad animali completamente sconosciuti. Allora, senza porre tempo in mezzo, corse a Montmartre, si fece indicare il luogo dove le ossa erano state raccolte, chiamò a sè gli operai addetti alle cave, li istruì sulle ricerche da farsi, promise delle ricompense per le ossa ben conservate che gli avrebbero portato: infine non andò molto ch'egli possedè una raccolta abbastanza notevole per poter cominciare seriamente le sue ricerche, per riconoscere che nelle cave erano ossa appartenenti a più specie, che queste specie appartenevano a più generi differenti, e che la maggior parte delle specie avendo dimensioni considerevoli e press'a poco uguali, avrebbe avuto grandi difficoltà nel riordinarne le ossa. « Io ero nel caso d'un uomo a cui avessero dato alla rinfusa dei frammenti mutilati e incompleti di alcune centinaia di scheletri appartenenti a venti sorta d'animali. Bisognava che ogni osso andasse a trovar quello al quale era collegato in vita: era quasi una risurrezione da compiere, ed io non avevo a mia disposizione la tromba onnipossente; ma le leggi immutabili prescritte agli esseri viventi vi supplirono, ed alla voce dell'anatomia comparata, ciascun osso, ciascun frammento d'osso riprese il suo posto. Io non trovo espressioni adatte per descrivere il piacere che provai vedendo, come scoprivo un

carattere, tutte le conseguenze più o meno previste di questo carattere svilupparsi successivamente: i piedi trovarsi conformi a quel che avevano annunciato i denti, i denti a quel che avevano annunciato i piedi; le ossa delle gambe, delle coscie, tutte quelle che dovevano riunire le estremità, trovarsi conformate come si poteva imaginare avanti: in una parola, ciascheduna di queste specie rinascere per così dire da un solo di questi elementi ». Così infatti il genio di Cuvier fece rinascere molte di queste specie ora estinte, come il *palaeotherium magnum*, grosso come un rinoceronte, il *paloplotherium minus*, lo *xiphodon gracile*, simile ad una antilope, il *dichobune* grosso appena come una lepre, ecc. La scoperta dei marsupiali nel gesso di Parigi è rimasta celebre nella storia della paleontologia e dell'anatomia comparata; essa inaugurò un metodo nuovo che doveva dare i migliori risultati per lo studio dei fossili. Cuvier aveva scoperto nel 1812 uno scheletro la di cui mascella gli parve presentasse grandissime analogie con quella dei marsupiali. Cuvier applicando il principio della correlazione delle parti predisse che lo scheletro doveva avere al bacino ossa marsupiali. Fatta spaccare alla presenza di parecchie persone la pietra che racchiudeva la parte posteriore del corpo, l'ipotesi del grande anatomista si trovò verificata fra l'ammirazione di tutto il mondo scientifico contemporaneo. Era infatti lo scheletro del primo rappresentante conosciuto del genere *peratherium*, un genere affine al *didelphus* (sariga), da cui differiva solo per la prevalenza dell'ultimo premolare sugli altri, e pel volume maggiore posteriormente dei molari inferiori. Un fatto non meno importante nella storia della paleontologia è la determinazione fatta da Cuvier della natura d'una mascella trovata nel terreno Bathoniano (periodo giurassico) di Stonesfield. Egli dimostrò nel 1815 che questo frammento, appartenente al genere *thylacotherium*, spettava ad un mammifero marsupiale. La scoperta mise a rumore tutto il campo scientifico, poichè non si voleva credere che un mammifero fosse così antico. Non fu che trent'anni dopo che i marsupiali furono scoperti anche nei terreni triassici. Ma già le idee fantastiche d'altri tempi si dissipavano per far posto alle conquiste della scienza. Scheuchzer aveva descritto uno scheletro fossile scoperto nel miocene d'Oeningen come uno scheletro umano: Cuvier recatosi apposta al museo di Harlem, dove era conservato, dimostrò l'analogia che presentava con gli scheletri dei batraci attuali... Infatti l'*homo diluvii testis* famoso, non era altra cosa che una gigantesca salamandra, la specie che Tschudi poi, nel 1839, denominò *andrias Scheuchzeri*, un urodelo derotremo! Contemporaneamente si scopriva che le ossa attribuite a San Vincenzo, e che i canonici di Saint-Vincent avevano portato attorno in processione nel 1798, ed offerte alla venerazione dei credenti, non erano che avanzi di un... mammut!

Eozoon canadensis.

Dopo aver compiuto le sue fortunate ricerche sulle ossa fossili dei gessi

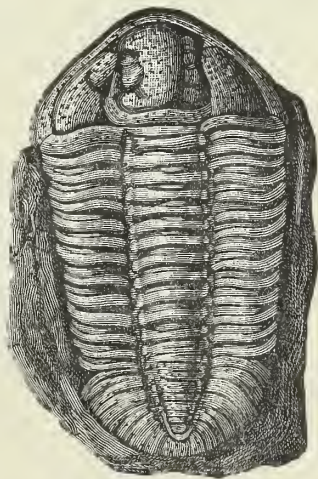
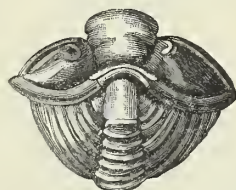
di Montmartre, Cuvier volle cercare nello studio geologico del bacino di Parigi la soluzione delle questioni che le scoperte fatte, e soprattutto la constatazione che prima della fauna attuale altre faune avevano vissuto diverse, e che s'erano rinnovate più volte, gli ponevano innanzi; ma poiché non s'era occupato sino allora che molto superficialmente di geologia, scelse a proprio collaboratore Alessandro Brongniart. Per quattro anni i due scienziati studiarono i dintorni di Parigi, poi pubblicarono il risultato dei loro studi nelle opere già menzionate: « Saggio sulla geografia mineralogica del bacino di Parigi » e « Descrizione geologica dei dintorni di Parigi ».

Graptoliti: a) Coenograptus Hall, b) Didymograptus Murchisoni Beck, c) Pyllograptus typus Hall, d) Diplograptus palmeus Barr, e) Monograptus priodon Broon, f) Retiolites Geinitzianus Baar.

Cuvier, nella sua celebre opera sulle ossa fossili, formula alcuni principî, alcune leggi importantissime. Fra l'altre questa: che le specie animali estinte, delle quali troviamo i resti sepolti nei diversi strati geologici sovrapposti, differiscono dalle specie analoghe contemporanee tanto più quanto gli animali cui appartengono hanno una maggiore antichità. Infatti, se si esamina una sezione normale degli strati geologici successivamente depositati in fondo alle acque in un ordine cronologico ben determinato, si vede che questi strati sono caratterizzati dai fossili che racchiudono; più si sale nella scala geologica, e più questi organismi estinti s'avvicinano agli organismi attuali, e questa gradazione corrisponde all'età relativa dei periodi geologici durante i quali essi vissero, morirono, e furono coinvolti negli strati di limo petrificato deposti in fondo alle acque. Se non che questa osservazione importantissima fu anche causa di gravissimi errori. Infatti, considerando i fossili caratteristici di ciascun grande periodo geologico come assolutamente distinti dai fossili situati sopra o sotto, Cuvier credeva a torto che una medesima specie organica non si potesse trovare in due strati sovrapposti; onde concluse che doveva esserci stata una serie di periodi di creazione successivi assolutamente distinti: e l'asserzione fu legge per la maggior parte dei naturalisti del suo tempo. Secondo Cuvier ciascuno di questi periodi ebbe una fauna e una flora sue proprie, e a ciascuno seguì uno sconvolgimento di natura ignota, una specie di rivoluzione, una catastrofe immensa, un cataclisma, che sterminò completamente piante ed animali; dopo ciascun cataclisma aveva luogo la creazione di nuove forme organiche assolutamente nuove, che per qualche migliaio d'anni ancora ripopolavan la Terra. Cuvier, il quale pure riconosceva l'importanza delle forze naturali che attualmente rinnovano lentamente, ma senza posa, la superficie della Terra, forze che egli dichiarava essere la pioggia, le acque correnti, il mare e i vulcani, affermava

nello stesso tempo che queste non potevano essere state in alcun modo le cause degli antichi cataclismi, sibbene altre speciali, sconosciute. Naturalmente Cuvier era partigiano della immutabilità delle specie.

La teoria di Cuvier delle creazioni successive ai successivi cataclismi, accolta con l'interesse che inspirava il suo autore, regnò per molto tempo. Lamarck ed altri osarono, è vero, opporre ad essa una serie di argomenti contrari potentissimi, dimostrando che le specie animali e vegetali di ciascun periodo discendevano direttamente da quelle del periodo precedente e ne rappresentavano la posterità modificata. Ma la grande autorità di Cuvier s'impose, sebbene veramente egli non fosse così assoluto nelle sue affermazioni come da chi non lesse attentamente le sue opere si pretese. Specialmente per quel che si riferisce alla specie umana. Egli dice infatti che tutto conduce a credere che essa non esistesse nelle regioni dove si scoprono le ossa fossili, al tempo dei cataclismi che seppellirono quelle ossa. Ma non esclude che l'uomo esistesse prima di quel tempo, in qualche regione poco estesa, donde potè poi ripopolar la Terra. Afferma che certamente la superficie della Terra fu vittima d'una grande e improvvisa rivoluzione non più che cinque o sei mila anni or sono; ma poi si domanda: — Dov'era dunque allora il genere umano? Quest'ultima e più perfetta opera del Creatore esisteva in qualche parte? Gli animali che l'accompagnano ora, dei quali non è traccia alcuna tra i fossili, lo circondavano? Le regioni nelle quali egli viveva con essi sono state inghiottite?... E conclude che lo studio dei fossili non può risponderci.

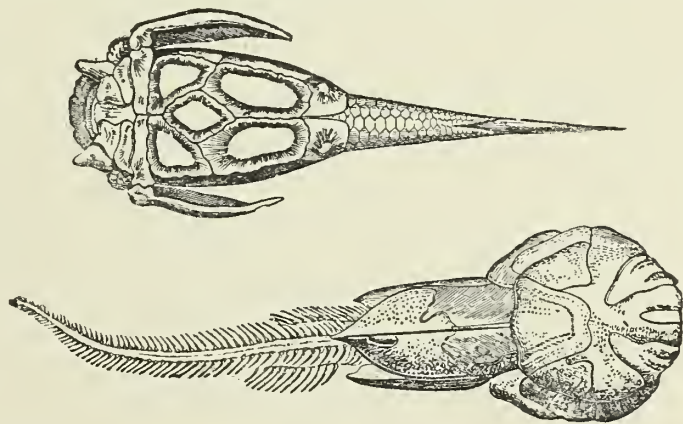
Ma Cuvier non poteva imaginare allora l'immenso progresso che la paleontologia doveva compiere poi. E gli stessi errori di Cuvier dovevano essere il punto di partenza di questo maraviglioso movimento progressivo. Infatti sin dal suo tempo i fossili furono studiati con maggiore interesse, poichè si sapeva farsi un'idea dell'animale che essi rappresentavano, e si poteva tentare delle ricostruzioni spesso verosimili; si sapeva inoltre che le minime differenze avevano un'importanza speciale in quanto si ritenevano caratteristiche dei differenti periodi. Quindi i lavori paleontologici di quest'epoca sono fatti con una precisione e con una cura tali, che ancor oggi hanno valore e sono considerati come punti di partenza delle ricerche fatte su ciascun gruppo. Questi lavori avevano un duplice scopo: gli uni, diretti dagli zoologi, servivano di base alle discussioni che avevano per oggetto il problema della specie; gli altri diretti dai geologi, ponevano in luce i fossili di tutte le regioni del mondo. E già sorgevano i paleontologi che davano tutta la loro attività scientifica ai materiali riferentisi ad un solo periodo. Tanto che riescirebbe impossibile qui anche solamente citarli. Gaudry nella sua grande opera sugli « *Enchaînements du monde animal* » enumera accanto ad ogni periodo geo-

Trilobiti siluriani.
Calimene Blumenbachi Brogn.

logico i nomi degli scienziati che più contribuirono a farlo conoscere, e dice « Sebbene questi elenchi contengano più di 500 nomi, essi sono ben lontani dall'essere completi... ». Ci limiteremo dunque ad accennare ai nomi e ai fatti più importanti.

Fra i primi che s'opposero alle teorie di Cuvier fu von Schlottheim, che già nel 1813 si rifiutava ad ammettere che ciascuno strato speciale fosse il prodotto d'un nuovo cataclisma. Bronn più tardi dimostrava come certe specie passino in realtà da una formazione geologica alla successiva, e come, se i limiti stratigrafici sono spesso delle vere barriere insormontabili per la persistenza d'una forma, la regola non abbia nulla d'assoluto: le specie non nascono e non scompaiono in alcuno strato tutte insieme. Le ricerche di Lamarck sui fossili invertebrati, sebbene abbiano attirato pochissimo l'attenzione dei contemporanei, non furono meno importanti di quelle di Cuvier, in quanto determinarono una vera rivoluzione nella conchiliologia, e le conclusioni che se ne derivarono costituirono la base della moderna biologia. Nel 1811 James Parkinson pubblicava in Inghilterra la sua opera sui « Resti organici del mondo antidiluviano » e nel 1823 Buckland pubblicava le sue « *Reliquiae diluvianae* », importantissime per le osservazioni sui fossili scoperti nelle caverne, nelle alluvioni, ecc. d'Inghilterra, sebbene egli li attribuisse al diluvio. Ma fra i continuatori più eminenti di Cuvier per lo studio de vertebrati fossili, è da porre anzi tutti Luigi Agassiz, nato a Fribourg nel 1807, morto a Cambridge (Boston) nel 1873, celebre pei suoi studi sui ghiacciai, celebre per le sue « Ricerche sui pesci fossili » (1833-1843), che sono anche oggidì il lavoro più completo che si conosca di ittiologia paleontologica, e dove é dimostrato che esiste un rapporto ben determinato fra l' ordine nel quale i pesci si succedono negli strati e il loro sviluppo embrionale, fatto questo che è considerato come una delle maggiori prove della evoluzione degli esseri, sebbene Agassiz ne derivasse una conclusione diametralmente opposta. Infatti Agassiz era partigiano convinto, come Cuvier, della immutabilità delle specie e della teoria delle successive creazioni. Per lui nessuna specie organica discende da un'altra specie: ciascuna di esse è stata isolatamente creata da Dio: ciascuna specie animale è, per dirla con le sue parole, un pensiero creatore incarnato della divinità. Così egli afferma che mai una stessa specie non si incontra in due periodi distinti, e che ciascun periodo è caratterizzato da un mondo animale e vegetale tutto suo proprio, mentre è assolutamente provato che la durata totale delle diverse specie organiche è assai ineguale, e che certe specie persistono invariabili attraverso a parecchi periodi geologici consecutivi, mentre altre durano solo durante una piccola frazione di quei periodi.

Spirifer Mosquensis Fisch.

Così anche secondo Agassiz ad ogni nuova creazione il Creatore ha fatto sì che la nuova popolazione del globo apparisse subitamente, rappresentata da un numero medio conveniente d'individui e da specie che ave-

vano subito le variazioni necessarie per trovarsi in armonia coi mutamenti avvenuti nell'economia della natura. E fra le leggi meglio accertate e più importanti della geografia animale e vegetale, è la legge che fissa a ciascuna specie un determinato luogo d'origine, un così detto centro di creazione, donde poi essa si è diffusa sulla rimanente superficie della Terra. Ernesto Haeckel nella sua « Storia della creazione naturale », della quale apparve la prima edizione nel 1868, undici anni dopo che Agassiz ebbe pubblicato il suo famoso « Saggio di classificazione », riassumendo le idee di Agassiz dice che secondo questi il Creatore si sarebbe comportato nella generazione delle forme organiche proprio come un architetto che si fosse proposto d'immaginare e d'innalzare gli edifici più diversi, adatti al più gran numero possibile di destinazioni, secondo il più gran numero possibile di stili architettonici, e differenti per quanto è possibile pel grado di semplicità, di lusso, di grandezza, di perfezione. Questo architetto avrebbe dapprima adottato per l'insieme delle sue costruzioni quattro stili diversi (i quattro grandi tipi del regno animale: vertebrati, anellidi, molluschi e raggiati), cioè il gotico, il bizantino, il moresco e il cinese. Poi avrebbe in ciascuno di questi stili edificato un certo numero di chiese, di palazzi, di caserme, di prigioni, di case, realizzando ciascuno di questi generi di costruzione rozzamente o con cura, in grande o in piccolo, semplicemente o con tutto il lusso possibile di perfezionamenti, ecc. Tuttavia, osserva Haeckel, l'architetto umano avrebbe sul Creatore divino, quale se lo figura Agassiz, un vantaggio: quello di poter fissare a volontà il numero delle sue categorie. Secondo Agassiz, al contrario il Creatore avrebbe dovuto limitarsi entro sei categorie, nella specie, nel genere, nella famiglia, nell'ordine, nella classe e nel tipo, perchè la sistemazione naturale degli organismi, tutti questi gruppi gradualmente subordinati gli uni agli altri, questi tipi, queste classi, questi ordini, queste famiglie, questi generi, queste specie, che la dottrina geneologica oggi ci insegna a considerare come i diversi rami d' un unico tronco antico, sarebbero secondo Agassiz solamente l'espressione immediata del piano divino della creazione, e studiando la classificazione naturale il naturalista non fa che trovar l'idea divina della creazione. Infine il Creatore è da Agassiz posto al livello d'un uomo idealizzato, d'un organismo che è sottoposto ad uno sviluppo progressivo: per Agassiz la Perfezione è perfettibile.

Pesci del devoniano.

Un altro continuatore aveva avuto Cuvier in Alcide d'Orbigny. Alcide d'Orbigny nacque nel 1802 poco lungi dalle Rochelle, dove il padre suo esercitava la medicina. Cresciuto in un ambiente nel quale s'aveva un vero culto per le scienze naturali, fra collezioni scientifiche importanti, che il padre suo,

amicissimo di Cuvier, andava facendo, giovane ancora pubblicava un pregevole lavoro sulle foraminifere, e nel 1826, grazie alla benevolenza di Cuvier, otteneva dal Governo una missione scientifica nell'America del Sud, donde otto anni dopo recava in Francia preziosisissimi materiali, manoscritti di valore grande, trentasei vocabolari delle lingue d'America, settemila specie animali, molte delle quali sconosciute, duemila e cinquecento specie di piante, infiniti schizzi e disegni. Egli pubblicò il risultato dei suoi viaggi dal 1834 al 1847 in nove volumi in folio, ed Elia de Beaumont definiva questa pubblicazione un'opera immensa, che nel suo quadro quasi enciclopedico offre una delle più estese monografie che mai sian state scritte d'alcuna regione della Terra. Concepita l'idea d'una « Paleontologia francese », percorse la Francia intera, e per quindici lunghi anni diede tutto il suo ingegno, tutta la sua attività agli studi paleontologici. Nel 1849 pubblicò il « Prodromo di paleontologia » in tre volumi, nel 1852 il « Corso di paleontologia e di geologia stratigrafica » pure in tre volumi, poi la « Paleontologia francese », nei sedici volumi della quale illustra circa tremila molluschi e raggiati dei terreni secondari di Francia. Morì nel 1857, quattro anni dopo la sua nomina alla cattedra di paleontologia del Museo di Storia naturale.

Alcide d' Orbigny, precisando le idee di Cuvier, supponeva nelle sue opere che la natura organica fosse stata ventisette volte distrutta e rinnovata sulla superficie della Terra, e divideva perciò i depositi fossiliferi in ventisette piani ripartiti in gruppi d'inegual valore, e caratterizzati ciascuno da una fauna speciale. Questa classificazione era fatta con tanta cura, che prevalse, nelle sue grandi linee, sino ai nostri giorni; e se le ricerche e le idee nuove hanno determinato dei mutamenti nell'ordinamento e nella cronologia stratigrafica, pure le denominazioni adottate da d'Orbigny sussistono ancora quasi tutte. Naturalmente non si può dire altrettanto delle idee teoriche le quali lo avevano condotto a quelle conclusioni.

A d'Orbigny successe nella cattedra il visconte d'Archiac, nato nel 1802 a Reims, e del quale, scomparso per ignote ragioni, nel decembre del 1868, si trovò il cadavere, alcuni mesi dopo, nella Senna, a Melau. Geologo e paleontologo insigne lasciò, oltre a molte opere minori, nelle quali descrisse geologicamente e paleontologicamente parecchie regioni francesi, la « Storia della paleontologia stratigrafica », e la « Storia dei progressi della geologia » (1860), opera importantissima in otto volumi.

Potente contributo alla paleontologia recarono inoltre in Francia Geoffroy Saint-Hilaire (1831) con le sue « Ricerche sui rettili fossili »; Giulio Pictet col suo « Trattato di paleontologia o storia naturale degli animali fossili considerati nei loro rapporti zoologici e geologici » (1844-1846); Blainville con la sua « Osteografia » (1859); Serres e Christol con « L'Esplorazione del mezzodì della Francia »; Edoardo Lartet, nato nel 1801, morto nel 1871, autore d'importanti scoperte di fossili a Sausan nel 1834 e nel 1851, autore d'un interessante lavoro sulle « Migrazioni antiche dei mammiferi » (1865); Lory, morto a sessantacinque anni nel 1889 a Parigi, e che giovane ancora salì in fama perchè riuscì a determinare sul limite fra il terreno giurassico e il cretaceo degli strati a fauna lacustre in parallelismo costante con gli

strati a fauna marina sottostanti e coi sovrapposti, scoprendo così i terreni neocomiani; Gervais con la sua « Geologia e Paleontologia francese » (1859), Lemoine coi suoi studi sui fossili dei terreni terziari (1879-1891); Felix Bernard (1895) col suo « Trattato di Paleontologia »; Filhol con le sue « Ricerche sui mammiferi fossili » (1872-1891); Cornet, belga, coi suoi importanti studî sulle formazioni cretacee e terziarie; Fernand Priem con « L'evoluzione delle forme animali » (1891), e « La Terra prima dell'apparizione dell'uomo » (1893) che fa parte delle « Meraviglie della natura » del Brehm, ecc. per non dire degli studi, delle scoperte e delle pubblicazioni di Deshayes, di Desmoulins, di Brongniart e Desmarets, Cotteau, Milne Edwards, Deslongchamps, Gauthier, de Rochebrune, Peron, Munier-Chalmas, ecc. sugli invertebrati fossili.

In Inghilterra e in America König, Brady, Nicholson, Lydekker, Conybeare, Cope, Seeley, Mantell, Buckland, Pentland, Marsh, rivelarono l'antica esistenza dei rettili giganteschi e strani ai quali furono dati i nomi più strani. Sono gli ictiosauri dalla testa voluminosa, dalla bocca e dalle orbite immense, lunghi qualche volta sino a tredici metri, numerosi all'epoca giurassica; sono i mosasauri dei quali qualcuno aveva già descritto e determinato Cuvier, che talora raggiungevano sino ad otto metri di lunghezza, e la coda dei quali vantava spesso cento vertebre e più come nel mostruoso *clidostes tortor*, la di cui testa sola misurava settantun centimetri; sono i mostruosi rettili marini dal collo lunghissimo, dalla testa piccina, dalle membra in forma di paletta come i plesiosauri; sono i pterosauri, rettili volanti, dei quali un primo frammento fu descritto da Collini nel 1784, lunghi qualche volta più di sei metri; sono i dinosauri, atti talora a camminare su due, tal'altra su quattro piedi, o a salti, qualche volta non più grossi d'un gatto, come i nanosauri e i campsognati, qualche altra lunghi sino a quaranta metri come gli atlantosauri, con cranî lunghi più di due metri, come nel *triceratops*, il gigante tricornuto che un tempo popolava le montagne Rocciose, ma qualche volta straordinariamente piccoli come nel brontosauro, il corpo del quale è tuttavia lungo sedici metri, dalle forme stravaganti come nello stegosauro, dalla testa piccola come nel brontosauro e dalle membra e dalle vertebre allargantisi in mostruose placche enormi, come nell'iguanodonte, che camminava eretto sulle forti membra posteriori e poteva raggiungere undici metri di lunghezza, tutti caratteristici del periodo secondario. Sino dal 1830 Sowerby aveva pubblicato la sua « Conchiliologia fossile della Gran Bretagna », Lindley e Hutton avevano pubblicato nel 1837 la « Flora fossile della Gran Brettagna », e Morris nel 1854 il « Catalogo dei fossili inglesi ».

Productus horridus Sow.

Riccardo Owen, discepolo di Cuvier, si diede soprattutto allo studio degli uccelli fossili. Nel 1860 si scoprì in certi schisti d'Eichstädt l'impronta d'una penna che indicava l'esistenza, sino allora non sospettata, degli uccelli nell'êra secondaria. Questo fossile, conservato nel Museo di Monaco, fu descritto nello stesso anno da von Mayer sotto il nome di *archaeopteryx lithographica*. Poche settimane dopo A. Wagner segnalò la scoperta nello stesso giacimento d'un fossile straordinario, provvisto d' una lunga coda e d'ali coperte di penne. Egli conosceva questo fossile solo per uno schizzo di Oppel, e lo considerò come un rettile provvisto di penne, cui diede il nome di *griphosaurus*. Ma ben presto Owen (1863), studiando con cura l' esemplare in questione, acquistato dal Museo Britannico, mostrò che si trattava d' un vero uccello, notevole tuttavia per certi caratteri che lo avvicinavano ai rettili, e lo riportò al genere *archaeopteryx* di Meyer. La testa non era conservata in questo esemplare; ma nel 1877 un secondo esemplare, appartenente alla stessa specie, fu trovato ad Eichstädt in uno stato di conservazione così notevole, che quasi tutte le parti dello scheletro poterono essere descritte. Esso si conserva ora ne Museo di Berlino e fu oggetto di numerose pubblicazioni. La descrizione più completa ci fu data da Dames nel suo « Trattato di paleontologia » (1884). Lo « *Zool. Anzeiger* » del 1886, n.° 216, ne dà l'intera bibliografia. Owen studiò pure i giganteschi uccelli apterigiformi, rappresentati nella fauna contemporanea dalla piccola, ma celebre *apteryx* della Nuova Zelanda, il *dinornis*, alto più di tre metri, del quale Haast scoprì nella Nuova Zelanda, a Glemmarl, nel 1867, venticinque scheletri, e l'*aepiornis*. L'*aepiornis* è il più grande uccello che si conosca; le sue uova avevano una capacità di otto litri, ed erano grossi il triplo d'un uovo di struzzo. Esso è localizzato nei depositi quaternari e recenti del Madagascar; molto probabilmente il ruc o uccello grifone, dall' ali tanto grandi da coprir venti passi e dalle penne lunghe dodici passi, che Marco Polo afferma aver vissuto al tempo suo, sulla fine del secolo XIII, nell'isola di Madagascar, non era che l'*aepiornis maximus*, le di cui prime ossa furono portate nel 1893 in Europa dal Grandidier, ma del quale si sapeva già per quel che ne scrisse Geoffroy Saint-Hilaire. G. C. Bianconi pubblicò nel 1862 sull'argomento una dotta memoria che figura fra quelle dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Riccardo Owen era nato a Lancastre nel 1804, morì a New-Graan nel 1892. Oltre la sua « Storia dei mammiferi e degli uccelli fossili della Gran Bretagna » (1846) e la « Storia dei rettili fossili » (1849) lasciò molte dotte pubblicazioni di anatomia comparata, di zoologia, molte memorie minori di paleontologia, ecc. Fra i paleontologi tedeschi ricordiamo Sömmering, Ehrenberg, Barrande, Nilsson, Nordman, Pusch, Unger, Kamp,

Ostrea Marshi.

a

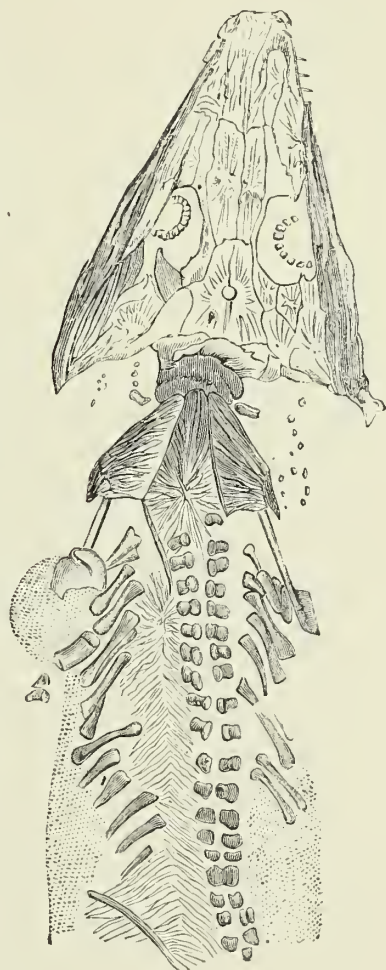
b

Encrinus lilliiformis Lam. (gr 1/3); *a* articolo dello stelo in grandezza naturale; *b* calice visto dal di sotto.

Giovanni, Muller, Hermann von Mayer Fürbringer, Rütimeyer, Steinmann, Döderlein, Zittel, Neumayr, Schwager, Credner, Haug, Buckmann, ecc.

Fra gli italiani ricordiamo Tomaso Antonio Catullo, nato a Belluno nel 1782, morto a Padova nel 1867, che lasciò fra altre opere minori una pregevole « Zoologia fossile delle provincie venete »; Eugenio Sismonda, nato nel 1815 a Corneliano d'Alba, morto a Torino nel 1870, che pubblicò una « *Sinopsis metodica animalium*, » che è il catalogo più completo dei molluschi terziari dell'alta Italia, una « Descrizione dei pesci e dei crostacei fossili del Piemonte » e il « Prodromo della Flora terziaria del Piemonte »; Giulio Curioni, nato a Milano nel 1796, morto nel 1878, al quale devesi la raccolta d'un materiale scientifico enorme, e non solamente paleontologico, e che ci lasciò una pregevole carta geologica della Lombardia, illustrata da due volumi di testo; Bartolomeo Gastaldi, nato nel 1818 a Torino, morto nel 1878, con Quintino Sella uno dei fondatori del Club Alpino Italiano, che a quindici anni cominciò una raccolta paleontologica che è fra le più importanti d'Italia, fu geologo insigne, e studiò specialmente i ghiacciai alpini, e pubblicò numerosissime memorie paleontologiche, paletnologiche e zoologiche; Emilio Cornalia, nato a Milano nel 1824, morto nel 1882, direttore del Museo di Storia naturale di Milano, autore di parecchie memorie sui mammiferi fossili della Lombardia; Luigi Bellardi, morto nel 1890 a Torino, autore di pregevoli memorie sui gasteropoli fossili dei terreni terziari del Piemonte, d'un catalogo ragionato dei fossili nummulitici del Piemonte, di un altro dei fossili nummulitici dell' Egitto, d' una monografia rimasta incompleta dei molluschi terziari del Piemonte e della Liguria, e di molte opere minori; Orazio Silvestri, nato a Firenze nel 1835, morto a Catania nel 1890; Giovanni Michelotti, di Torino, morto a San Remo nel 1898, che donò all'Università di Roma una preziosa raccolta di oltre cinquantamila fossili dell'alta Italia e specialmente del Piemonte; Antonio Stoppani, del quale diremo poi, come geologo, e fra i viventi, per dir solo dei principali, Giovanni Capellini, Lorenzo Bucca, Arturo Issel, Dante Pantanelli, Francesco Bassani, Giovanni Omboni, Torquato Taramelli, Mario Canavari, Alessandro Portis, Carlo Fabrizio Parona, Carlo de Stefani, ecc.

Archegosaurus Decheni Goldf.

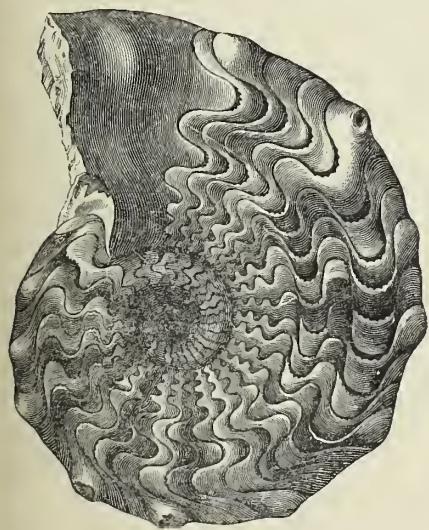
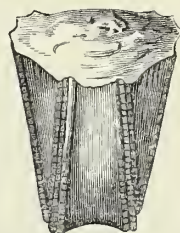
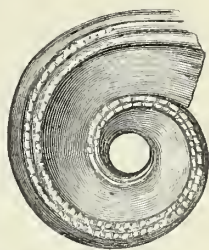
Contemporaneamente alla paleontologia animale, o poco tempo dopo, nasceva e si sviluppava la paleontologia vegetale, o paleofitologia. Le prime opere nelle quali le piante fossili furono sistematicamente analizzate furono una memoria « Sulla classificazione e sulla distribuzione dei vegetali fossili »

del 1822 e una « Storia naturale dei vegetali fossili » del 1828, entrambe di Brongniart. Nel 1869 W. P. Schimper pubblicava il suo « Trattato di paleontologia vegetale » che poi rifece con A. Schenk dal 1879 al 1889; D. Renault pubblicò poi il suo « Corso di botanica fossile » (1881-1885), Marion e de Saporta pubblicarono « L' evoluzione del mondo vegetale » (1881-1885), de Saporta « Il mondo delle piante prima dell'apparizione dell'uomo » (1879), Graf zu Solms-Laubach l' « Introduzione alla paleofitologia » (1887), e Bernard la « Paleontologia vegetale » (1895).

Scrissero di flore fossili locali dell'epoca paleozoica Grand'Eury (Flora carbonifera della Loira, 1877), Zeiller (Vegetali fossili del terreno carbonifero della Francia, 1880), Kidston (Catalogo delle piante paleozoiche del Museo Britannico, 1886), Williamson (Piante fossili degli strati carboniferi, 1871-1893); dell'epoca mesozoica De Saporta (Piante giurassiche, 1873-1887), Heer (Flora fossile artica, 1868-1883), Gardner (Le angiosperme mesozoiche, 1886), Feistmantel (Paleontologia indica, 1887); dell'epoca cenozoica Gardner (Flora britannica dell'eocene, 1879-1885), Heer (Flora terziaria svizzera, 1855-1856), von Ettingshausen (Flora terziaria austriaca, 1855 — Flora fossile della Nuova Zelanda — Flora terziaria dell'Australia, 1877), Squinarol (Contribuzione alla flora fossile dei terreni terziari della Liguria — Monocotiledonee, — 1890-1892); Solms-Laubach nella sua « Introduzione alla Paleofitologia » reca un elenco copiosissimo e pressochè completo delle principali pubblicazioni di paleontologia vegetale fatte sino al 1887.

La paleontologia vegetale, almeno per certi riguardi, si può dire assai più progredita della paleontologia animale; cosa naturale se si pensi che il regno vegetale, fatta eccezione pei suoi gruppi infimi, è assai più uniforme del regno animale, che la maggior parte dei gruppi vegetali fossili oggidì noti hanno ancora dei rappresentanti nella flora contemporanea, e che troviamo come affatto speciali soltanto i grandi vegetali dell'epoca primaria, intermediarî, per diversi riguardi, fra le crittogame e le fanerogame, cioè i lepidodendri, le sigillarie, le cordaiti, ecc. Inoltre i vegetali si prestano meglio degli animali alla fossilizzazione. La cellulosa onde sono impregnate le membrane delle cellule vegetali è assai resistente agli agenti distruttori, e spesso i vegetali si possono trovare in uno stato di conservazione tale da permettere la descrizione di tutti i loro elementi anatomici visibili in una sezione, come se si trattasse di piante viventi. Non solo: persino il protoplasma è talora visibile col suo nucleo nelle cellule delle piante del permocarbonifero; e Renault ha potuto descrivere il tallo cellulare d'un'alga del Boghead (1892), gli sporangi e le zoospore d'un fungo parassita dei lepidodendri (1893), il protoplasma, i nuclei e i vacuoli d'altre piante del carbonifero (1893).

Non possiamo tralasciare il discorso della paleontologia senza riassumere brevemente le condizioni attuali di questa scienza tanto interessante per ogni riguardo, e senza dire della cronologia stratigrafica com'è concepita oggidì. A questa rapida esposizione, che noi ci proponiamo come conclusione al presente capitolo, deve per altro essere premesso un cenno, che di proposito non demmo prima, dell'opera di Lyell.

Carlo Lyell, nato nel 1797 a Kinnordy, morto nel 1875 a Londra, un avvocato che presto, con tanto vantaggio della scienza, abbandonò i codici per lo studio della Terra, e che ebbe per due volte il grande meritato onore d'essere eletto presidente della Società Geologica di Londra, pubblicò, nel 1830 un'opera, che, col modesto titolo « Principî di geologia », sconvolse da cima a fondo trasformandola la geologia, come trent' anni dopo Carlo Darwin sconvolse e riformò la biologia.

Carlo Lyell distrusse per sempre l' ipotesi al suo tempo generalmente ammessa dei cataclismi e delle rivoluzioni violente, la teoria delle successive creazioni sempre più perfette. Il volume apparve proprio nello stesso anno nel quale Cuvier riportava il suo grande trionfo sul naturalismo filosofico, e inaugurava nel campo della morfologia una dominazione che durò trent'anni. Mentre Cuvier, come dice Haeckel, sbarrava, con la sua ipotesi senza base delle catastrofi e delle creazioni successive, la via alla teoria dell'evoluzione, e rendeva impossibile ogni spiegazione naturale, Lyell apriva di nuovo la via alla verità e dimostrava in modo evidente con la geologia che le idee dualistiche di Cuvier erano mal fondate e inutili. Egli provò con una evidenza meravigliosa che le modificazioni, i mutamenti della superficie terrestre, che anche oggi, sotto i nostri stessi occhi, si compiono, sono più che sufficienti a renderci conto di tutto ciò che sappiamo avvenuto nella scorza terrestre, e che è inutile e superfluo invocare delle cause misteriose e intelligibili per spiegarlo; dimostrò che per spiegare l'origine e la struttura della scorza terrestre nel modo più semplice e naturale, invocando semplicemente le cause attuali di consimili, sebbene più lievi modificazioni, basta supporre dei periodi cronologici sufficientemente lunghi. Così è che il vento il quale lancia la sabbia contro le rocce e le lima a poco a poco, l'acqua che penetra nelle fessure delle rocce stesse e vi si congela nell'inverno agendo da cuneo, l'acqua piovana che lava le montagne, la neve che dando origine ai ghiacciai arrotonda il dorso delle valli e stria i ciottoli e trasporta le morene, l'acido carbonico e l'ossigeno e l'umidità dell' aria che agiscono sulle rocce, e le idratano, e le ossidano, e caolinizzano i feldispati, le onde che percuotono le spiagge, le correnti che trasportano materiali, le maree che invadono i continenti, il vento che forma le dune, i fiumi che formano i delta, i mari che formano gli estuari, i bradisismi che sollevano o abbassano lentamente le terre, i terremoti, i fenomeni vulcanici eruttivi primari, i fenomeni vulcanici secondari, come le salse, i vulcanelli di fango, i soffioni, le stufe, le moffette, i geysers, le ema-

Nautilus bilobatus.

Ceratites nodosus.

nazioni d'ogni sorta, tutti questi fenomeni, in apparenza insignificanti, bastano a produrre le modificazioni più importanti, solo che se ne lasci ad essi il tempo, a livellare qui il suolo, a sollevare altrove catene di montagne, a sommergere continenti, a emergerne di nuovo altri dai flutti, a modificare, a cangiar completamente l'aspetto della superficie terrestre.

La necessità di assegnare periodi di tempo enormi alle epoche geologiche parve, è vero, a molti una difficoltà insuperabile. Ma, infatti, perchè si dovrebbe limitarli? Prima di noi e dopo di noi non è forse l'eternità? E poi basta riflettere al tempo che fu certamente necessario per la formazione delle rocce sedimentarie in seno alle acque. Certamente non è geologo che non sia disposto ad ammettere essere stati indispensabili alla loro formazione centinaia e migliaia di secoli. E allora perchè limitare i periodi geologici in genere?

Carlo Lyell dimostrò nel modo più convincente la concatenazione continua, ininterrotta, della storia geologica del globo: la dimostrò così irrefutabilmente, stabilì in modo così chiaro il predominio delle cause esistenti attualmente (*existing causes*), delle cause attuali, anche ora attive e cooperanti senza posa a trasformare la superficie della Terra, che in breve i geologi abbandonarono completamente la teoria di Cuvier, rendendo sempre più possibile l'esposizione e l'affermazione della teoria dell'evoluzione.

Orme di Labirintodonte.

Le leggi paleontologiche meglio accertate, quelle cioè alle quali condusse lo studio dei fossili, sebbene non assolute, sono le seguenti: 1) gli organismi dei quali sono conservati gli avanzi o le tracce negli strati terrestri, appartengono quasi tutti a specie estinte; 2) i fossili si succedono in serie cronologica corrispondente a quella degli strati rivelata dall'ordine della loro sovrapposizione, quando questo non fu alterato; 3) ad ogni epoca geologica, e quindi ad ogni gruppo determinato di terreni, corrisponde un certo numero di specie caratteristiche; 4) quando una specie si estingue, si perde per sempre; 5) quando in un terreno si trova un certo numero di specie caratteristiche, esso può essere senz'altro distinto, qualunque sia la sua costituzione minerologica e la sua posizione; 6) la distribuzione dei fossili non è in alcun rapporto col clima attuale delle regioni da essi già abitate; 7) le faune e le flore fossili sono tanto più differenti quanto più sono distanti fra loro i periodi geologici ai quali appartennero; 8) non sempre faune e flore diverse significano che i terreni ai quali appartengono si riferiscono a tempi diversi.

Dallo studio dei diversi casi di stratificazione e delle rocce che costituiscono gli strati, risulta che: 1) negli strati concordanti, che mantengono cioè il parallelismo per una certa estensione, e che non furono rovesciati, i superiori sono i più recenti, gli inferiori i più antichi; 2) nel caso di strati

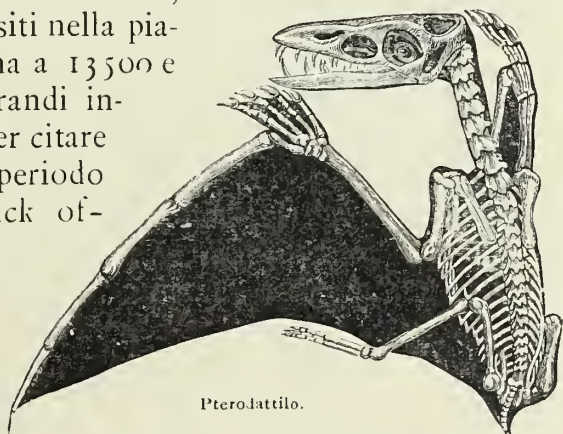
discordanti la serie che passa sull'altra è più recente di essa, del suo sollevamento e dell'erosione che seguì; 3) gli strati orizzontali sono sempre più recenti degli strati inclinati vicini; 4) in una o più serie di strati sollevati formanti una montagna, l'ultimo sollevamento è posteriore all'ultimo strato che si trova sollevato; quando più serie sono fra loro discordanti, allade posizione di ciascuna serie seguì sempre un sollevamento; 5) un filone che attraversi uno o più strati e affiori alla superficie è posteriore agli strati attraversati; se non affiora, è anteriore quasi sempre a tutti gli strati non attraversati; 6) le rocce eruttive sono sempre posteriori a quelle nelle quali si iniettano o sulle quali si espandono lenticolarmente o a guisa di cupola; 7) le rocce che contengono frammenti d' altre rocce sono più recenti di queste; 8) le rocce sedimentarie aventi tracce di alterazioni subite pel contatto con rocce eruttive, sono più antiche di queste; 9) le rocce metamorfizzate sono anteriori alle cause modificatrici.

Terebratula gregaria.

La cronologia stratigrafica si propone la ricerca della età relativa delle rocce, non quella dell'età assolura degli strati, e quindi della durata dei periodi geologici. Almeno nelle condizioni attuali della scienza riesce impossibile questa seconda ricerca. Infatti i tentativi in proposito condussero a cifre disparatissime. Darwin, ad esempio, avrebbe fissata un'età di 66000 a. pel periodo quaternario, tenendo conto dell'attività dei polipi nelle loro costruzioni nel mar Pacifico e della lentezza con cui s'abbassa il suo fondo, mentre Lyell, tenendo conto del tempo che fu necessario perchè la cascata del Niagara arretrasse dal lago Ontario al punto dove si trova oggi, non arrivò che alla cifra di 36000 anni, e Forel calcolando gli interrimenti del Rodano nel lago di Ginevra arrivò alla cifra di 100000 anni, mentre Horner, tenendo conto dei depositi nella pianura alluvionale del Nilo, arrivò appena a 13500 e d'Assier, calcolando la periodicità dei grandi inverni circumpolari, arrivò a 70000. E, per citare qualche altra cifra, ricorderemo che il periodo carbonifero, mentre misurato a Saarbruck offrirebbe elementi per argomentarne la durata in cinquemila secoli, misurato a Commentry da Fayol sarebbe durato appena settanta secoli. Secondo Issel l'epoca glaciale nella valle della Dora Baltea avrebbe durato novecento secoli.

Pterodattilo.

L'antichità della nostra specie, secondo de Mortillett, risalirebbe a circa duemilaquattrocento secoli, duemiladuecentoventi dei quali apparterrebbero al periodo quaternario. Stando infine ai dati di Haughton, la minima durata dell'epoca geologica ammonterebbe a due milioni di secoli, mentre d'Assier assegna cinquemila secoli alla durata stellare della Terra, vale a dire al tempo trascorso da quando la nebulosa terrestre si staccò dalla nebulosa solare, al momento in cui sul globo ancora caldissimo si formò la prima crosta so-

lida, e un massimo di centocinquantaseimila secoli alla durata dello stadio organico percorso dalla Terra sino ai nostri giorni. L'età totale della Terra dunque, secondo d'Assier, sarebbe di centocinquantotto mila secoli, ossia di 15800000 anni.

L'insieme dei caratteri litologici e paleontologici che risultano dalle condizioni esterne determinanti una flora o una fauna speciale, costituiscono la *facies* d'una regione. Questi caratteri sono definiti dalle condizioni dell'ambiente, dal clima, dall'altitudine, dalla profondità, dalla natura geologica o chimica del mezzo ambiente: essi naturalmente, per le leggi della lotta per l'esistenza, debbono influire sulle condizioni di vita di ciascuno degli esseri che costituiscono quella fauna o quella flora. Sicchè per una medesima epoca si potranno trovare diverse di queste *facies*, e in seguito all'esame delle forme fossili si potrà spesso rendersi conto delle condizioni dell'ambiente.

Ichtyornis.

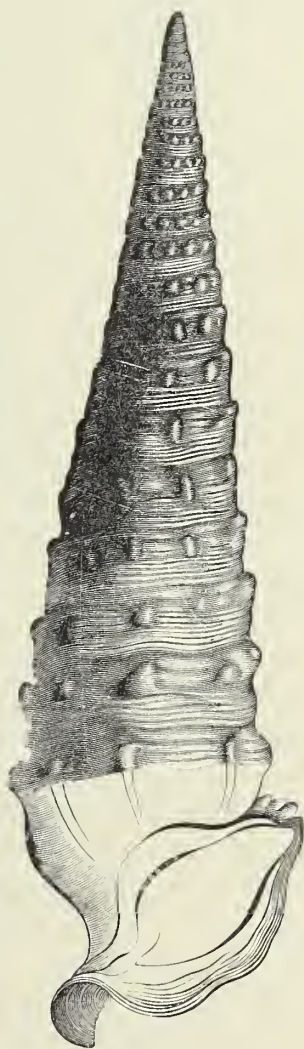
Per quel che si riferisce al mare tre *facies* principali si possono distinguere: la litorale, la pelagica o d'alto mare, e l'abissale o delle profondità del mare.

La *facies* litorale è spesso indicata dalla natura litologica delle rocce; i gres grossolani, ad esempio, i conglomerati, non possono essersi formati che in prossimità delle coste marine. Maggiore importanza forse hanno i caratteri paleontologici. La presenza dei lamellibranchi perforanti, come le foladi delle patelle, delle balane, rivel no con sicurezza l'esistenza d'una zona litorale di natura rocciosa. I depositi formati in alto mare, a notevole distanza dalle coste, caratterizzati dall'assenza degli elementi caratteristici delle faune litorali e dalla presenza delle forme atte alla natazione, come pesci e cefalopodi, unite a faune fisse o rampicanti come brachiopodi, echinodermi, gasteropodi, si riferiscono a *facies* pelagiche. Le *facies* abissali sono assai più difficili a determinare, sia perchè anche oggidì non conosciamo sufficientemente la fauna abissale, sia perchè nella fauna abissale l'adattamento alla profondità e sopra tutto all'oscurità può dar luogo a fenomeni a dirittura opposti, come sarebbero lo straordinario sviluppo degli organi della vista o la loro scomparsa. Neumayr, Suess, e qualche altro paleontologo considererebbero come aventi *facies* abissali i depositi cambriani i di cui trilobiti hanno appunto talora occhi straordinariamente sviluppati in alcune specie, mentre in altre ne sono affatto privi.

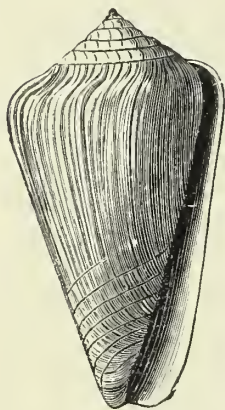
Anche la natura differente del mezzo acqueo può dar luogo a *facies* differenti. Così abbiamo una *facies* d'acqua dolce, i di cui caratteri più precisi sono la presenza di lamellibranchi come gli anodonti e le unioni, e di gasteropodi come le paludine, le limnee, le planorbe, e, naturalmente, la mancanza assoluta di forme marine; una *facies* salmastra, caratterizzata dal mi-

scuglio di forme terrestri e d'acqua dolce con forme marine; una *facies* melmosa, caratterizzata dalla presenza dei mitili; una *facies* corallina, caratterizzata dalla presenza dei coralli, ecc.

Anche il problema della determinazione dei clima nelle epoche geologiche è sufficientemente risoluto coi dati paleontologici. Neumayr nella sua « Storia della Terra », Heer nella sua bell'opera « Il mondo primitivo della Svizzera » riassumono con molta chiarezza lo stato delle cognizioni attuali in proposito. Uno dei risultati più importanti di tali studi si è che alla superficie della Terra si effettuò dai tempi più remoti un graduale raffreddamento. Le zone climateriche vanno accentuandosi sempre più sino all'epoca attuale. Per quel che si riferisce all'Europa il periodo che precedette immediatamente quello nel quale viviamo è stato il solo che fosse più freddo, in media, di qualche grado.

Una serie stratigrafica locale è formata di *strati* che si possono distinguere gli uni dagli altri per caratteri mineralogici, e che insieme formano un *orizzonte* limitato, il quale d'ordinario si designa col nome della specie paleontologica, animale o vegetale, più frequente. Gli strati che hanno uno o più caratteri identici formano un *terreno* la di cui fauna caratterizza un'*età* paleontologica. Spesso le suddivisioni dei terreni sono indicate col nome di *zone* cui segue il nome del fossile dominante. Ogni terreno stratigrafico corrisponde ad un *episodio* sedimentario le di cui zone indicano le diverse fasi. Se i limiti della superficie occupata da un terreno sono interamente conosciuti, ciascun episodio stratigrafico può essere nettamente definito e si può riconoscere le epoche nelle quali la geografia subì le modificazioni più importanti. In tal caso è possibile riunire in divisioni omogenee, o *piani*, tutti i terreni compresi entro queste epoche, e si suddivide ogni piano in *sotto-piani* nelle regioni dove certe modificazioni intermediarie sono state più accentuate. I piani stratigrafici non sono che difficilmente determinati con sufficiente nettezza; tuttavia si è potuto definire le diverse *epoche* alle quali corrispondono. Così stabiliti i piani si riuniscono essi stessi in divisioni d'un ordine più elevato, per fissar le quali si tien conto dei fenomeni geografici relativi a certe frazioni del globo ed alla apparizione o alla scomparsa dei gruppi organici caratteristici. Queste divisioni si dicono *sistemi*. Per quanto è possibile ognuno di questi sistemi corrisponde ad un *periodo* riconosciuto presso che su tutta la Terra. La riunione di più sistemi forma un *gruppo* rappresentante l'insieme dei sedimenti depositati durante una determinata *èra*. Si dicono *serie* certi gruppi intermedii fra i gruppi propriamente detti ed i sistemi, che in certi casi si stabiliscono.

Cerithium giganteum.

Le grandi êre geologiche sono la *primaria* o *paleozoica*, la *secondaria* o *mesozoica*, la *terziaria* o *cenozoica*, e la *quaternaria*.

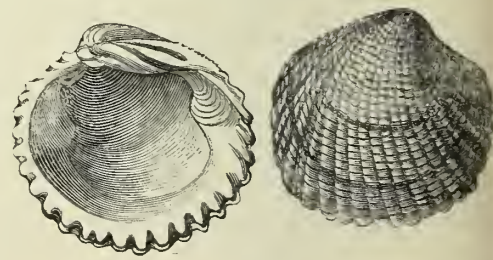
L'êra primaria comprende circa tre quarti in spessore dei terreni sedimentari; si divide nell'êra *arcaica* od *azoica* e nell'êra *paleozoica* propriamente detta o *protozoica*. La prima comprende i periodi *laurenziano* e *huroniano*, la seconda i periodi *cambriano*, *siluriano*, *devoniano*, *carbonifero* e *permiano*.

Cono.

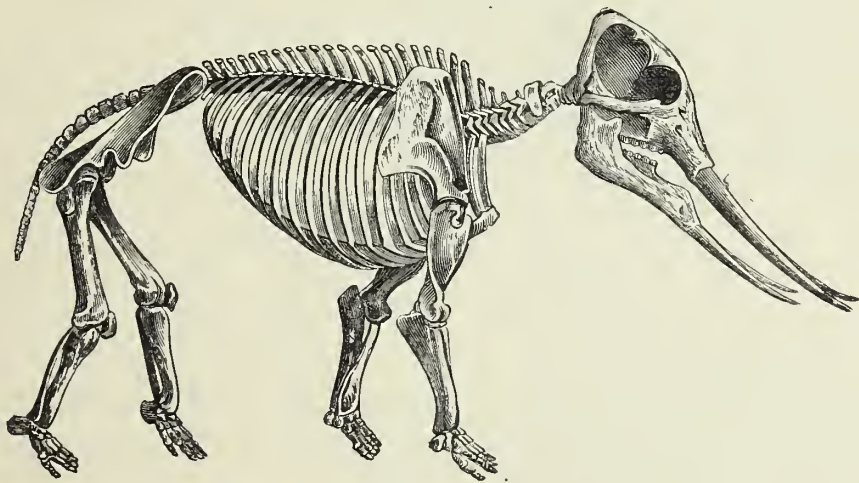
I terreni del periodo laurenziano, sebbene non si sia ancora constatato il contatto, si crede posino direttamente sulle rocce formatesi al primo momento della consolidazione della superficie terrestre. In questo, come nel periodo seguente, probabilmente il clima era caldissimo, i mari ricoprivano quasi completamente la superficie terrestre, e solo qua e là qualche terra emersa diede origine a qualche conglomerato. Predominano le rocce gneissiche, serpentinose, quarzitiche. Il periodo laurenziano ebbe il nome dai terreni laurenziani, così detti da certe formazioni tipiche del bacino di San Lorenzo nel Canadà, schistose, cristalline, nelle quali alcune produzioni discoidali di 5 a 20 centimetri furono da Dawson (1864) e da Carpenter (1865), che prima le descrissero, ritenute avanzi organici di una foraminifera, alla quale fu dato il nome di *eozoon canadense*. Jones, Parker, Brady, Nicholson, dividono queste idee, combattute da King, Rowney, Möbius, Zittel, Neumayr, Munier-Chalmas. La natura cristallina della roccia parrebbe infatti escludere la possibilità della conservazione di produzioni organiche anche resistenti. È ugualmente discussa l'origine di analoghe produzioni dello stesso terreno, che Dawson chiamò *archaeosphoerina*, e di altre di terreni consimili della Boemia, sebbene riesca difficile spiegare senza la vita organica la presenza che Dawson stesso constatò nel laurenziano di sostanze carboniose.

Nei terreni del periodo huroniano prevalgono le rocce schistose, con serpentina, dioriti, calcari, conglomerati, ftaniti, ecc. Nelle ftaniti di Saint-Lô in Bretagna, Cayeux (1894) riconobbe la presenza di numerose radiolarie.

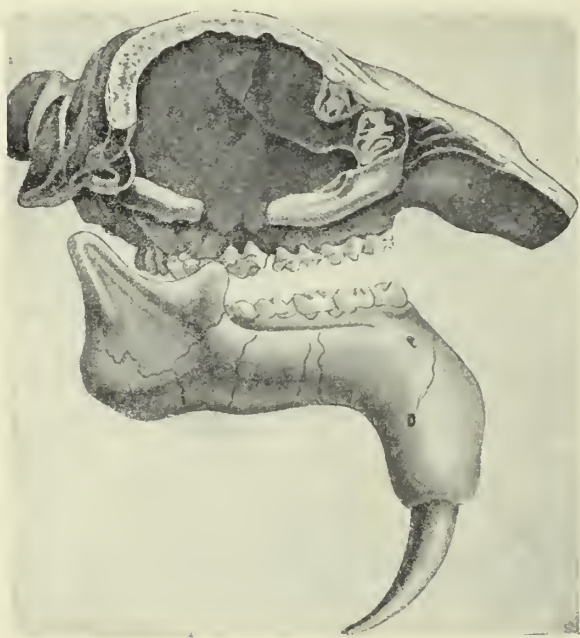
Terreni arcaici sono in Italia sulle Alpi, in Sardegna, nell'isola d'Elba e altrove. Il Montagna (1875-1876) credette riconoscere la presenza di resti organici in alcuni graniti e in altre rocce cristalline. Una impronta di equiseto che Sismonda (1865) trovò in un gneiss, è anch'essa dubbia.

Cardio.

Il periodo cambriano ebbe il nome dai Cambri, popoli celtici, che occupavano una regione del paese di Galles, dove i terreni di questo periodo sono caratteristici. Tali terreni sono schistosi, cristallini, ardesiaci, arenacei, quarzitici, cloritoschistosi, con calcari dolomitici. Le terre emerse probabilmente erano quasi deserte nel periodo cambriano. Le azioni atmosferiche ed oceaniche potentissime rendevano difficile la vita, che

era dovunque uniforme. Nei rerreni cambriani si scoperse l'organismo animale ben accertato più antico: una lingulella, un verme cigliato della classe dei brachiopodi. Indubbiamente però la vita si manifestò prima con organismi più semplici, vegetali forse. Due ordini animali, i graptoliti (celenterati idrozoi acalefi) e i trilobiti (artropodi merostomi) assunsero in breve una diffusione enorme, mentre pure si diffondevano, ma con potenza minore, altri celenterati, poriferi, echinodermi (specialmente crinoidi e asteroidi), altri vermi soprattutto briozoi e brachiopodi) artropodi merostomi e crostacei e molluschi (branchiopodi e gasteropodi).

Il periodo siluriano ebbe il nome dai Siluri, che abitavano anticamente una regione caratteristica di questo periodo nel paese di Galles. I terreni che lo costituiscono sono schistosi, ardesiaci, arenacei, argillosi, quarzitici, calcarei-coralliani, concrezionati, con puddinghe e conglomerati. Gli avanzi fossili sono quasi esclusivamente marini. Le formazioni madreporiche sono immense. Crinoidi e cistidi (echinodermi) raggiungono uno sviluppo enorme; i trilobiti ed altri merostomi toccano il massimo loro sviluppo, e scompaiono poi per sempre, in modo assoluto i primi. Così i graptoliti fra gli idrozoi e parecchie famiglie di brachiopodi. Appaiono secondo Hagen gli

Mastodonte.

insetti. I molluschi hanno grande incremento, specie i cefalopodi, fra i quali degno di nota è l'*endoceros proteiforme* dalla conchiglia lunga tre metri. Seguono gli actinozoi. Appariscono i primi vertebrati rappresentati dai denti di pesci infimi (cestracionidi placoidi), che però, secondo qualche paleontologo, apparvero già alla fine del periodo precedente. I terreni siluriani sono molto estesi, oltre che in Inghilterra, in Russia, in Boemia, nella Scandinavia, nell'America settentrionale; in Italia sono rappresentati nelle alpi Apuane, nel Friuli (Taramelli), in Sardegna (Meneghini), in Sicilia, nell'isola d'Elba. La flora risulta di piante acquatiche infime, e di poche piante terrestri (*eopteris*, *lepidodendron*, ecc.) Le produzioni coralligene attestano del clima caldo soprattutto in certe latitudini. Si ebbero eruzioni vulcaniche di dioriti, diabasi, melafiri, ecc. in Boemia, nell'Hartz, e altrove; iniezioni di granito e sienite attraverso i gneiss e gli schisti argillosi, in Norvegia.

Il periodo devoniano ha il nome dalle formazioni classiche del Devonshire in Inghilterra. I terreni devoniani risultano principalmente di arenarie (vecchi grés rossi), conglomerati, calcischisti, argilloschisti, ecc. Abbondano in Inghilterra, nella Francia, nel Belgio, nell'America, nell'Africa. Terreni devoniani si hanno in Italia nella Carnia e in Sardegna (Bornemann). Il clima non differisce molto da quello del siluriano. Le specie siluriane in questo periodo si estinguono. I molluschi, soprattutto cefalopodi, fra cui notevoli le goniatiti, assumono grande sviluppo. Così i vermi brachiopodi specialmente genere *spirifer* e gli anellidi. I pesci si diffondono largamente, più i sauroidi, a denti come quelli de' sauri. Altri hanno forme strane, corazzati, alati, come i generi *pterychtis* e *coccosteus*, poi scomparsi. I ganoidi sono specialmente numerosi (*cephalaspis*, *asterolepis* ecc.); alcuni di essi cominciano ad avere il cranio ossificato. Appariscono fra gli artropodi, gli aracnidi scorpionidi, alcuni insetti, e i crostacei decapodi e i blastoidi, i quali ultimi si estinguono con l'êra paleozoica. Un crostaceo, il *pterygotus anglicus*, è lungo un metro. In certi grés devoniani scozzesi si trovano avanzi scheletrici di *telerpeton*, il primo rettile comparso. Le piante in parte marine, più copiosamente terrestri, sono numerose: fra esse lepidodendri (licopodi enormi), calamiti, felci. Cominciano le conifere. Si ebbero eruzioni sottomarine specialmente nella Germania del Nord.

Dinoterio.

Il periodo carbonifero è così detto per gli strati potenti di carbon fossile. I terreni che lo caratterizzano risultano di arenarie, schisti, argille, calcari di formazione lacustre e marina, con strati interposti di litantrace. Nei mari già dominanti s'abbozzano i primi continenti. La vegetazione è esuberante, grazie alla calda umidità atmosferica. Le piante hanno uno sviluppo enorme: sulle terre specialmente felci, calamiti, sigillarie, lepidodendri, annularie, asterofilliti, conifere, delle quali rimasero pure i frutti, in foreste immense.

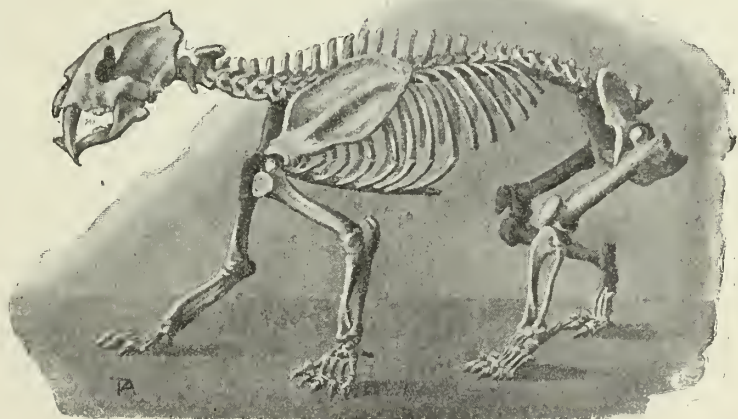
Quanto alla fauna, dei trilobiti rimane un genere solo: *phillipsia*. Brady afferma aver trovato dei nummuliti. Si moltiplicano actinozoi, crinoidi, brachiopodi, rappresentati soprattutto dal genere *productus*, gasteropodi, cefalopodi. Anche gli artropodi sono abbastanza numerosi: specialmente aracnidi e insetti. I pesci, specie ganoidi, tutti eterocerchi, cioè coi due lobi della coda diversamente espansi, si sviluppano considerevolmente. Si sviluppano

i rettili, orridi, di forme singolarissime, come l'archegosauro, il notosauro, il tenaropo eterodattilo enorme, forse amfibi. Sono terreni carboniferi soprattutto in Inghilterra, in Germania, in Francia, nel Belgio, nella Russia, nell'America settentrionale, nella Cina, nello Zambese in Africa, nel Queesland e nella Nuova Galles nell'Australia. In Italia sono rappresentati nelle Alpi Marittime, nelle Alpi Carniche, sul Piccolo San Bernardo, nell'alta Valle della Dora Riparia, in Toscana (De Stefani), in Sardegna, in Sicilia (Gemmellaro), in val Camonica e in val Trompia (Taramelli); ma il materiale combustibile ne è quasi completamente antracite, mentre altrove è litantrace. Si ebbero eruzioni di porfidi, serpentine, ecc. nelle Alpi, di diabase e porfido in Germania e Inghilterra, di lave in Scozia, ecc.

Il periodo permiano è così detto dalla provincia di Perm nella Russia europea orientale, dove sono notevoli terreni di questo periodo. Le arenarie variegate, gli schisti cupriferi, i calcari dolomitici e concrezionati lo caratterizzano. Il clima è uniforme. Le sigillarie e i lepidodendri mancano. Continua lo sviluppo delle conifere. Nel permiano inferiore sono caratteristiche la *calamites gigas* e la *callipteris conferta*; nel permiano superiore le *ulmannia* e le *bajera*. Numerosi sono gli actinozoi, i briozoi, i brachiopodi, i gasteropodi, i cefalopodi. Numerosi e di grandi dimensioni gli insetti. Appaiono i primi molluschi lamellibranchi col genere *ostrea*: i pesci eterocerchi, i rettili, gli amfibi si moltiplicano. Notevoli il paleosauro, l'icnodonto, il tecodontosauro. In questo periodo vi furono grandi bradisismi. Nell' emisfero boreale molte terre già emerse furono sommerse, mentre nell'australe emerse un grande continente che collegò l'Australia coll'India e coll'Africa, e questa con l'America meridionale. Sono numerosi i terreni permiani in Russia, in Germania, in Inghilterra, in Australia, nell'America. Gli schisti dell'Appennino Savonese (Issel, Zaccagna), quelli fossiliferi di val Trompia e di val Camonica, gli argilloschisti a felci del monte Pisano (Lotti), alcune regioni della Carnia (Taramelli), della Liguria, dell' Elba, della Sardegna e della Sicilia (Gemmellaro) si riferiscono a questo periodo.

Machairodus neogoeus.

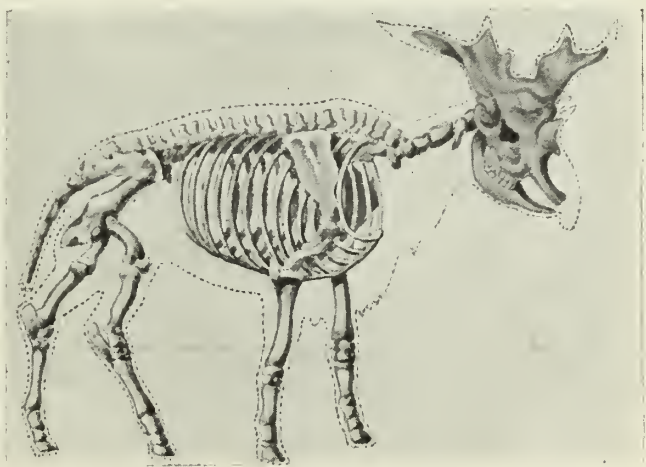
L'êra protozoica diede luogo a terreni d'uno spessore calcolato da Credner in venticinque a trentamila metri per l'êra arcaica, e quindicimila circa per la protozoica; lo spessore dei terreni dei periodi protozoici o primari andrebbe rapidamente decrescendo dal cambriano al permiano.

L'êra mesozoica o di mezzo comprende quattro grandi periodi: il *triassico*, il *liassico*, il *giurassico* e il *cretaceo*.

Il periodo triassico fu così detto perchè i suoi terreni risultano, almeno in certe regioni, di tre formazioni litologiche ben distinte: arenarie variegate, calcari conchigliari, marne iridate. Il clima ebbe certo caldissimo. Probabilmente le terre emerse consistevano in grandi distese paludose, sabbiose, fangose, con stagni e mari interni salatissimi, che originarono depositi di salgemma. Terreni triassici sono in Italia estesissimi sul versante delle Alpi e delle Prealpi Lombarde sino al Tirolo e alla Carnia; gli strati di Werfen, i calcari cavernosi di Recoaro, le dolomie corallifere dell' alta valle dell'Adige, gli strati di San Cassiano, quelli di Raibl in val Seriana (Parona), le dolomie delle Alpi Carniche e delle Prealpi Bergamasche gli strati di Esino (Stoppani) sono di questo periodo, come le dolomie della base del Gargano (Di Stefano) e della base della più alta vetta del Gran Sasso (Canevari); inoltre il trias si trova in Basilicata (Bassani), in Sicilia presso Palermo (Gemmellaro), ecc. I marmi saccaroidi di Carrara si formarono alla fine del periodo. Fra le rocce eruttive del trias sono i porfidi augitici e i melafiri delle Alpi Orientali e Tirolesi, e le serpentine delle Alpi Marittime. Le Alpi Apuane formavano qua e là degli isolotti, il mare copriva in grande parte la regione nord-orientale d'Italia. Nel periodo triassico continua lo sviluppo delle conifere, specialmente del genere *voltzia*. Le calamiti scompaiono. Sono numerosi i crinoidi, i brachiopodi, i cefalopodi. Il genere *nautilus* fra questi ultimi diventa raro: abbonda il genere ammonite, apparso secondo Waagen e Gemmellaro nel permocarbonifero, e ne è caratteristico il *ceratites nodosus*. Le ammoniti cessano poi con l' êra mesozoica. Numerosi sono i pesci ganoidi, e gli anfibi labirintodonti, specie di rane grosse come buoi. Fra i rettili numerosissimi abbondano soprattutto i loricati e i sauri, e i dinosauri vicinissimi agli uccelli. Forse comparvero anche uccelli, a giudicare da certe impronte, e forse anche un marsupiale, il dromaterio silvestre, scoperto nel trias della Carolina del Sud.

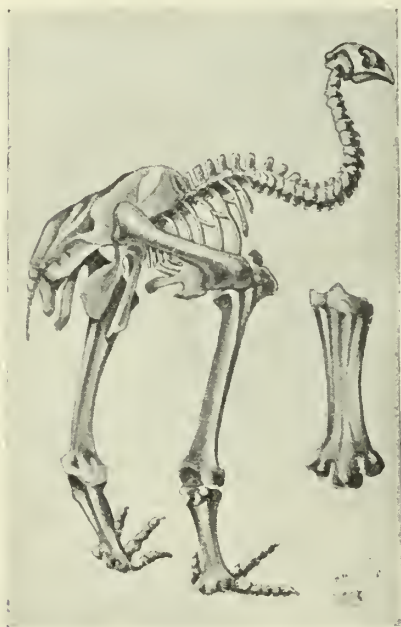
Mesopitecio.

Il periodo liassico ebbe il nome dal vocabolo inglese *lias* proprio d'un calcare argilloso particolare de' suoi terreni. I terreni liassici sono dei calcari ammonitiferi rossi e gialli, a belemniti, con noduli e letti di selce piromaca, delle arenarie e degli argilloschisti. Il clima del lias fu caldo, umidissimo. Potenti sedimenti d'acqua dolce e di estuari lo caratterizzano. Forse un grande continente si estendeva dall'Indostan nel Pacifico (Neumayr). Le punte delle Alpi sporgevano appena dai mari liassici italiani. I basalti di

Scio, i melafiri del Delfinato, le ofiti e le iniezioni di granito dei Pirenei, sono le più importanti tracce dell'attività endogena del lias. Sono del lias gli strati alla base del monte Bianco; terreni liassici si hanno nel golfo della Spezia, nelle Alpi Apuane (Capellini), nelle Prealpi Lombarde (Stoppani), nell'Appennino sino in Calabria e in Sicilia (Cortese), nel massiccio del Gargano, ecc. Prevalgono in questo periodo cicadee, felci, fuchi, conifere. Sono numerosi gli actinozoi, i crinoidi, i brachiopodi, i crostacei, i molluschi lamellibranchi, gasteropodi, cefalopodi: fra questi ultimi ammoniti e belemniti ;caratteristica la *gryphaea arcuata*. Abbondano gli insetti coleotteri e imenotteri. Moltissimi sono i pesci, alcuno dei quali omocerco. Enorme è lo sviluppo dei rettili sauriani. Notevoli il teleosauro, specie di gaviale lungo cinque metri, uu dinosauro lungo sino a venti metri, i megalosauri, gli ittiosauri, i plesiosauri, tutti enormi. Si hanno tracce di marsupiali.

Il periodo giurassico fu così detto perchè ne sono classiche le formazioni della catena del Giura. I terreni del giurassico sono calcari, schisti argillosi, ooliti. Il clima ebbe caldo, uniforme. Grandi mari, che diedero origine ad abbondanti formazioni coralline, occupavano l'Europa centrale e occidentale. Le regioni polari erano occupate da grandi estensioni di terre emerse.Un sollevamento nelle regioni occupate dalla Svizzera e dalla Francia formò un arcipelago che divise i mari europei in settentrionali e meridionali, quelli ricchi di cefalopodi, questi di coralli. Il grande continente orientale si risommerse. Una emersione nella regione germanica permise notevoli depositi di salgemma e di gesso. Prosegue il sollevamento dell'Appennino, s' accentua nelle Alpi Apuane. Una potente zona di calcari nelle Alpi Orientali (De Zigno) e in Sicilia (Gemmellaro) rappresenta i terreni giuresi in Italia. Nella flora giurassica prevalgono alghe, felci, cicadee, conifere. Sono numerosissimi i protozoi foraminiferi, gli actinozoi, i crinoidi, gli echinoidi, i brachiopodi, specie del genere *terebratula*. Si formano enormi banchi di *ostrea*. Sono numerosi i cefalopodi, soprattutto ammoniti e belemniti, e i gasteropodi; numerosi i rudisti, molluschi acefali a conchiglie, con due valve differenti (ippuriti e radioliti), Molti sono i pesci ganoidi omocerchi ossei. Numerosissimi gli ittiosauri e i plesiosauri. Molti i rettili volanti (pterodattili). Appare un uccello con caratteri di rettile (*archaeopterix*). Parecchi i mammiferi, specie marsupiali, come l'amfiterio e il fascoloterio.

Sivaterio.

Il periodo cretaceo è così detto pel grande sviluppo di depositi marini di creta bianca, prodotto minerale di detriti di polipi, gusci di foraminiferi, tritumi di conchiglie, con abbondante materia calcare escrementizia di echi-

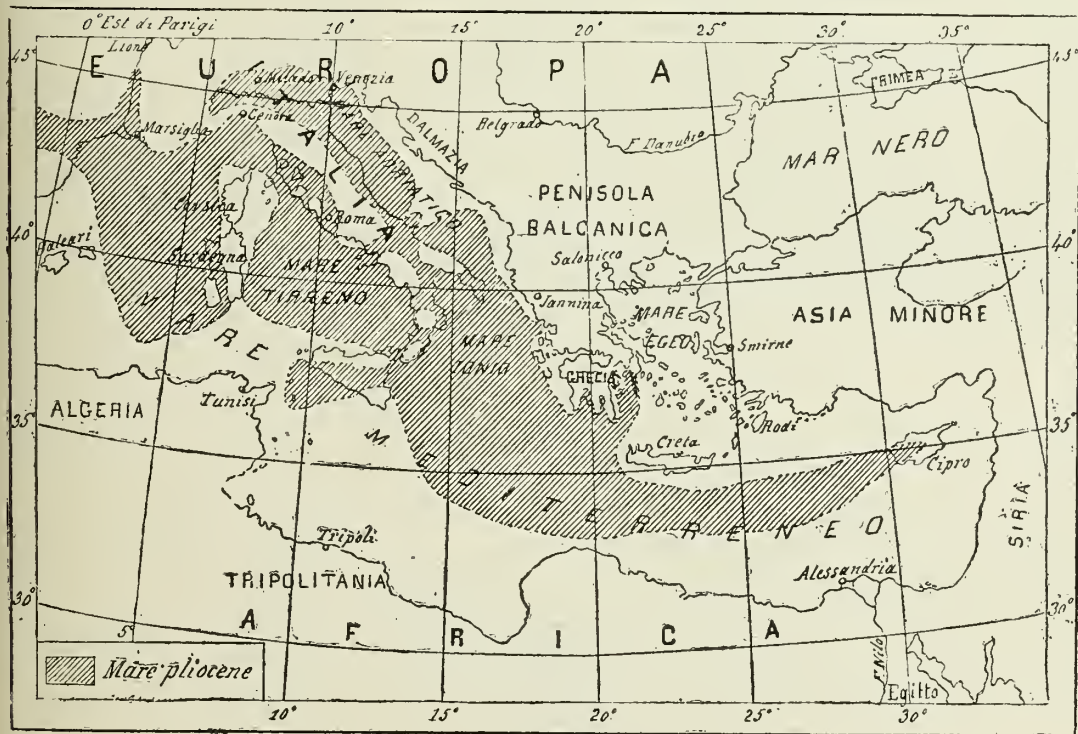
nodermi, molluschi, pesci. I terreni del cretaceo sono calcari cretacei, pisolitici, alberesi, compatti, ippuritici, argillosi, cavernosi, cloritici, sabbie, arenarie, argille, marne. Il clima ebbe mite, uniforme; ma in esso cominciò la distinzione fra i climi boreali e i climi meridionali, problema tuttora insoluto dai geologi. Notevoli bradisismi caratterizzano questo periodo. Le due Americhe erano separate; un vasto continente univa ancora, dall'epoca devoniana, il Brasile all'Africa (Neumayr). Probabilmente la regione indo-australiana, l'Himalaya, erano sommersi. Anche nella regione italiana si manteneva generale il predominio del mare, emergevano le punte delle Alpi, dell'Appennino, le ossature della Corsica e della Sardegna, i terreni cristallini primari dell' Elba. Sono del cretaceo il calcare biancone del Veneto, il calcare marnoso detto scaglia dell'Alta Italia, il calcare compatto detto maiolica della Lombardia, le argille scagliose dell'Emilia, la pietra forte della Toscana, ecc. Innumerevoli sono le diatomee, numerose le palme, le cicadee, le conifere. Appaiono le dicotiledoni (edera, platano, magnolia, pioppo, salice, fico, ecc.). Enorme è lo sviluppo dei rizopodi, dei poriferi, considerevole quello degli echinoidi. Sono caratteristici fra i molluschi bivalvi del cretaceo gli ippuriti e i radioliti. I belemniti e gli ammoniti vanno scomparendo con forme strane. Abbondano i pesci teleostei, e i rettili, specie terrestri, come l'iguanodonte, erbivoro lungo sedici metri, il *triceratops*, già menzionato, e due generi di cheloniani. Fra gli uccelli sono notevoli i generi *paleornis*, *cimoliornis*, *ictiornis*. Alcune ossa fossili di balene sono gli unici indizî di mammiferi del cretaceo.

Dinornis.

Mentre l'êra paleozoica sarebbe rappresentata come dicemmo secondo Credner da stratificazioni di più che 15,000 metri di spessore, gli strati dell'êra mesozoica raggiungerebbero uno spessore di soli 3000 metri.

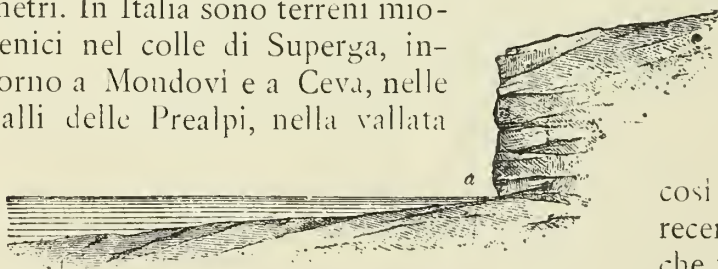
L'era cenozoica, o cainozoica (da καινός, recente), o terziaria, fu divisa da Lyell in tre periodi: *eocene*, *miocene*, e *pliocene*.

L'eocene (così detto da ἕως aurora, e καινός recente) o periodo eocainotico, o nummulitico, o terziario inferiore, risulta di calcari e di tufi ittiolitici e nummulitici, di calcari grossolani, pisolitici, alberesi, di argille, marne, arenarie. Numerosi sono fra i suoi terreni i calcari d'acqua dolce. L'Europa nell'eocene probabilmente esisteva come un grande arcipelago, a mare poco profondo. I sollevamenti cominciati alla fine del cretaceo continuano. Emergono gli Appennini, il Caucaso, i Pirenei: l'Himalaya emerge di cinquemila metri. Vi sono eruzioni trachitiche in Ungheria, basaltiche nelle Indie. Si hanno le prime eruzioni dei vulcani propriamenti detti, come il Puy-de Dôme in Francia, i colli Euganei e i colli Berici in Italia, ecc. Il clima è caldo, con

una media superiore di circa 20° alla media attuale, sicchè la flora è subtropicale, preludendo all'attuale con le acace, le querce, gli allori, le euforbie, i castagni, e la prima vite affine alla vite americana. Le foraminifere dei generi nummulite e orbitoide hanno un incremento enorme. Sono notevoli certi molluschi gasteropodi dalla conchiglia conica, come il cerizio gigante, dalla conchiglia colossale. Abbondano i pesci cartilaginosi ed ossei, i rettili, gli uccelli. I mammiferi sono già numerosi. Caratteristici il paleoterio, grande pachiderma a dita di numero impari, l'anaploterio, altro pachiderma, a dita di numero pari, lo xifodonte, ruminante, l'icnodonte e il cinodonte carnivori, l'orrippo e l'eoippo, precursori del nostro cavallo, una specie di scimmia antropomorfa, il cenopitecio, e un cetaceo, lo zeuglodonte. Sono terreni eocenici in Italia nel nucleo del Gargano (Canavari), i terreni nummulitici sui quali nell'Umbria e in Toscana posa l'arenaria macigno, le arenarie, i calcari alberesi, gli schisti galestrini di Corsica, Sardegna, ecc.

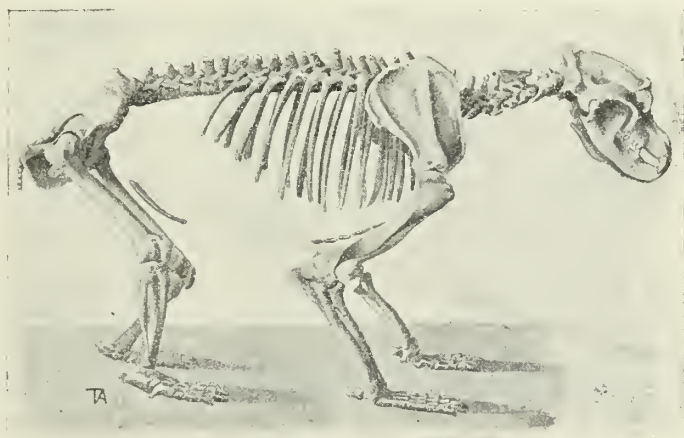
Il periodo miocene fu così detto perchè meno (μεῖον) recente del periodo seguente. Fu detto anche terziario medio. Ne' terreni miocenici abbondano

Il Mediterraneo nel Pliocene.

i calcari conchigliari, grossolani, coralliferi, siliciferi, le molasse, le marne, le argille, il gesso, il tripoli, le ligniti. Il clima fu umido e più uniforme nel miocene che nel periodo attuale. Nell'oligocene, come fu chiamato il miocene più antico, abbiamo formazioni lacustri e salmastre in Francia, in Germania, nel Belgio e in Inghilterra. Poi emerge l' Africa. Persiste in grande parte il continente che univa l'America all'Africa, causa della uniformità delle faune. Le Alpi e gli Appennini si sollevano ancora, il mare sar-

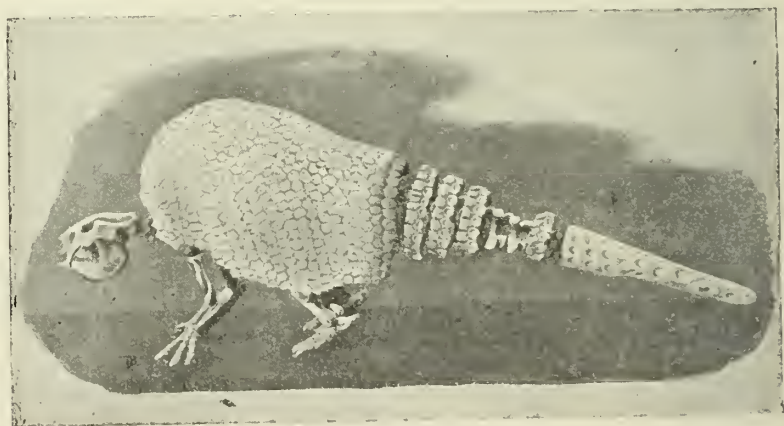
matico (Suess) cuopre l'Ungheria, unisce il Caspio al mar Nero, copre il Caucaso, la Russia meridionale, giunge sino all'Aral. Proseguono le eruzioni vulcaniche; i vulcani dell'Alvernia entrano nel periodo d'attività che dura sino al pliocene. L'Italia è un grande arcipelago di isole allungate nel senso dei meridiani; l'Adriatico e il Tirreno comunicano per stretti canali. Il Gargano è un'isola. L'attuale bacino del Po è omai un grande golfo, che fra l'Appennino e l'Alpi Marittime stabilisce un'altra comunicazione fra i due mari: intorno allo stretto, sulle terre dove fra le piante tropicali (Squinarol) s'aggiravano gli antracoteri, le testuggini e i coccodrilli, si depositano le ligniti di Cadibona, le arenarie di Dego e di Sassello. La Corsica, unita alla Sardegna e alla Calabria, forma la terra che fu detta Tirrenide (Forsyth-Major), il Gargano e le Puglie uniti alla Dalmazia assai più estesa di quel che non sia ora (Tellini) formano la terra Adria (Neumayr). La flora continua ad avere aspetto sottotropicale anche in latitudini elevate. Le foraminifere e gli insetti sono numerosissimi. Fra i molluschi sono notevoli i generi congeria, lucina, cardio, cono, ostrea, cerizio, pettine, ciprea, ranella, dolio, ecc. Fra i pesci sono numerosi gli squali, dei quali si rinvengono i denti, e molti pesci d'acqua dolce, specie del genere *lebios*, che caratterizzano molti depositi di gesso, marna, ecc. Considerevole è lo sviluppo dei mammiferi: fra i marini balene, delfini, squalodonti, aliteri; fra i pachidermi rinoceronti, tapiri, maiali, mastodonti, dinoteri, elefanti, ippopotami; molti erbivori. Fra le scimmie abbondano i mesopiteci. Sono notevoli i ricchi ossami di mammiferi pliocenici di Pichermi in Grecia, dove si scoperse pure un leone (*macarodus cultridens*) ed una scimmia (*mesopithecus*), e sulle basse pendici dell'Himalaya, dove si trovò un erbivoro gigantesco (*sivatherium*) ed una tartaruga lunga quasi sette metri. In Italia sono terreni miocenici nel colle di Superga, intorno a Mondovì e a Ceva, nelle valli delle Prealpi, nella vallata del Po, nelle zone adriatiche parallele all'Appennino, nelle regioni solfifere della Sicilia, nel Bolognese.

Profilo dei terrazzi dell'Adda tra Trezzo e Bottanuco.

Terrazzo mediterraneo.

Il periodo pliocene, così detto perchè più (πλεῖον) recente del miocene, detto anche terziario superiore, e subappenninico perchè a tale periodo appartengono i fianchi dell'Appennino (Brocchi), è caratterizzato da terreni che risultano di sabbie gialle, argille turchine, conglomerati detti ceppi, calcari arenacei conchigliari porosi e teneri detti panchine, marne a foraminifere, molasse. Il clima pliocenico va gradatamente distribuendosi come è oggi dall'equatore ai poli. Il mare sar-

matico si restringe dando luogo alla formazione d'una vasta e bassa pianura. Il mar Rosso, che n'era distante, si avanza sino all'istmo di Suez. Si sollevano ulteriormente le Alpi orientali, l'Himalaya acquista la sua altitudine definitiva, l'Atlantico assume i suoi attuali confini, la Sicilia si stacca dall'Africa, i vulcani dell' Eifel diventano attivi. In Italia appare qualche tratto delle pianure venete e piemontesi, l'Adria si abbassa, le Murgie si separano dal Gargano, la Dalmazia s'abbassa, la Tirrènide sparisce. Continua l'attività vulcanica in molti punti d'Europa. In Italia s'aprono nuovi crateri in Toscana (Monte Amiata, Radicofani), presso Napoli (Campi Flegrei) e sorgono i vulcani Laziali e di Bolsena, la di cui attività raggiunge il massimo al principio dell'êra seguente. La flora e la fauna hanno omai dovunque i caratteri ora dominanti. In Europa vanno scomparendo le palme, le canfore, gli allori. Abbondano i cetacei: balene, fiseteri, e i sirenoidi. Sono numerosi i grandi pachidermi proboscidati, specialmente in Italia, in Francia, in Inghilterra, nell'America settentrionale. Sono anche frequenti gli avanzi di uccelli colossali, come il *dinornis*, *l' epiornis maximus*. Secondo qualche autore appare l' uomo. Sono terreni pliocenici in Italia nei due versanti dell'Appennino, nelle colline subappenniniche dell'Astigiano, della Toscana, della Sabina, dell' Umbria, nei dintorni di Castell' Arquato nel Piacentino, nelle colline presso Roma sulla destra del Tevere, delle quali fanno parte Monte Mario e il Vaticano, nei dintorni di Modena, ecc. (Savi, Taramelli, Tuccimei, ecc.).

Ursus spelaeus.

L'êra quaternaria, detta anche post-terziaria, o pliostocenica, o postpliocenica, della quale molti autori fanno un periodo dell'êra cenozoica, è caratteristica per la formazione di fanghiglie ghiaiose d'origine fluviatile-marina, con conchiglie terrestri, d'acque dolci e di mare, tutte di specie viventi, e con ossami di mammiferi; del calcare di Girgenti, bianco-giallognolo, talora compatto, talora polverulento come la creta bianca; delle panchine quaternarie di Toscana, corallifere, con specie ora viventi nel mare indiano, ecc. Nel postpliocene ha luogo il *diluvium*, un grande cataclisma forse, del quale son numerose le prove, ed al quale si debbono riferire i « diluvi universali » delle leggende israelitiche, indiane, persiane, messicane. Moti sismici, fenomeni vulcanici, esquilibrî atmosferici indotti dalla immane produzione di vapori, ne furono la probabile causa. Il mare travolse quantità immense di materiali fangosi nelle valli, e le riempì sino a coprire le elevazioni del suolo, come in Italia dimostrano i conglomerati subappenninici ricchi di ciottoli di rocce cristalline alpine. Poi ha luogo un enorme sviluppo

dei ghiacciai, specialmente in Europa e nell'America, onde la necessità di ammettere un'epoca eccezionalmente fredda, glaciale, nella quale i ghiacciai invasero le pianure, dando uno straordinario sviluppo alle formazioni moreniche, alla produzione dei terreni erratici coi blocchi e coi detriti galleggianti insieme coi ghiacci provenienti dai ghiacciai polari, ed alla diffusione degli animali polari nelle regioni temperate. Quali ne fossero le cause, non è ben accertato: forse la precessione degli equinozi (Adhémar), forse le variazioni avvenute nell'eccentricità dell'orbita terrestre (Croll), forse i venti umidi del mar di Sahara (Desor e Escher), forse il vapore acqueo indetto nell'atmosfera dalla attività vulcanica (De Marchi), forse i vapori accumulati nei secoli intorno alle cime dei monti (Lombardini), forse tutte queste cause insieme. Gli animali, gli uomini ripararono nelle caverne. Intanto, con la fine del periodo glaciale, cominciava il periodo dei *terrazzi*. Come emergeva il Sahara, così si sollevavano i continenti quasi tutti, e i fiumi incisero ad intervalli, sempre più profondamente, le morene glaciali e i depositi alluvionali, lasciando traccia dell'opera loro nelle gradinate, nei terrazzi che appaiono per ragioni analoghe nelle coste dei continenti sollevantisi. Son classici i terrazzi dell'Oglio, che si incontrano da chi lo costeggia da Palazzolo a Sarnico (Stoppani). Alle erosioni devesi pur anche il crollo delle caverne dove avean trovato riparo gli animali sorpresi dal periodo glaciale, e la conseguente formazione di brecce ossifere, la maggior parte cementate da calcare. Gli animali abitatori delle caverne, i così detti animali *spelei* (orso speleo, iena spelea, felino speleo o leone, felino di Lauvillard o pantera, elefante primigemio o mammut, maiale, rinoceronte ticorrino o lanuto, cavallo fossile, cervo dei Pirenei, cervo tarando o renna, bove prisco o aurok, ecc.), scompaiono. Scompaiono i megaterii, i gliptodonti, i megalonici, i grandi sdentati dell'America... Incomincia il periodo che dura tuttora...

Gliptodonte

VII.

Carlo Darwin — Note biografiche — I precursori di Darwin — Kant, De Buch, Baer, Schleiden, Unger, Carus, Schaafhausen, Büchner, Grant, Herbert, Freke, Spencer, Hooker, Naudin, Wallace — L'origine delle specie — La variabilità delle specie — La teoria dell'evoluzione e la selezione naturale secondo Darwin e i suoi continuatori — La lotta per l'esistenza — Il concetto di specie — La morfologia e la teoria dell'evoluzione — Gli organi rudimentali — Dimorfismo e polimorfismo — Mimetismo — Conclusioni — Caratteri sessuali secondari — La selezione naturale e la selezione sessuale — Adattamento — La embriologia — Progressi dell'embriologia nel secolo XIX — L'embriologia e la teoria dell'evoluzione — La paleontologia e la teoria darwiniana — Insufficienza degli archivi geologici — Ipotesi della *saitation* — I continuatori di Darwin — La distribuzione geografica degli organismi viventi — Le provincie zoologiche — Importanza e influenza delle dottrine darwiniane sulle scienze — Avversari e critici di Darwin — Darwinisti italiani — De Filippi e Canestrini — L'opera di Darwin — Newton e Darwin.

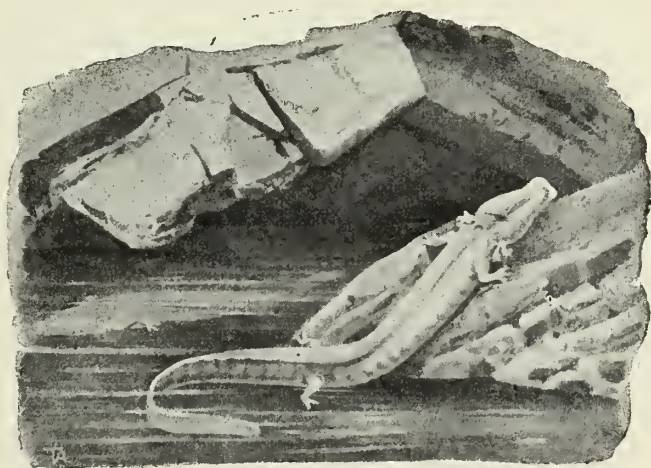
Il 12 febbraio 1809, a Shrewsburg, capoluogo della contea di Shrop, sulle verdi rive della Saverna, nasceva Carlo Roberto Darwin. Suo padre fu il dottor Roberto Darwin, medico e scienziato egregio, membro della Società Reale; la madre sua apparteneva alla famiglia di Giosia Wedgwood; suo nonno fu Erasmo Darwin, poeta, zoologo, chimico, filosofo sommo, l'autore celebrato della « Zoonomia ovvero leggi di vita organica » e di quel « Giardino botanico » del quale Goethe scrisse che formò la sua delizia, e che meriterebbe veramente d'esser più letto. Studiò grammatica nella città natale, frequentò per due anni l'università di Edimburgo, e là non ancor diciottenne lesse due lavoretti di storia naturale in una società di naturalisti, la « Plinian Society ». Nel 1828 entrò nel « Christ College » di Cambridge, e nel 1831 vi conseguì il diploma di baccelliere d'arti. Ma le sue predilezioni erano sempre per la storia naturale, ed egli andava continuando una collezione, incominciata quando era appena adolescente, di minerali, di piante, di animali, quando venne a sapere di una spedizione della cannoniera « *Beagle* » che sotto il comando del capitano Fitzroy si proponeva degli studi geografici intorno alla estremità meridionale dell'America, un'esplorazione del mare del Sud, e la risoluzione di certi problemi scientifici e nautici riferentisi a quelle regioni. Carlo Darwin, che dalla lettura di quel meraviglioso libro che è il « Cosmos » di Alessandro Humboldt aveva derivato un desiderio intenso di viaggi, si offerse senz'altro come naturalista di bordo. Ricco come era, non chiedeva alcuno stipendio; non solo; si obbligava a sostenere una parte notevole delle spese della spedizione, purché lo si lasciasse padrone delle collezioni scientifiche che avrebbe fatto durante il viaggio. Grazie soprattutto alle raccomandazioni di

Henslow, già suo professore di botanica nel « Christ College », la sua offerta fu accettata, e il 27 decembre 1831 egli partiva su quella nave della quale certamente a lui, appassionato cacciatore, era piaciuto il simbolico nome di « Bracco ». Il viaggio durò cinque anni. La « *Beagle* » esplorò quasi tutte le coste della Patagonia, le isole Falkland, le Chiloe, le Galapagos, i più importanti arcipelaghi del Pacifico, toccò l' Australia, e pel mare di Banda e l'Oceano Indiano veleggiò verso l'occidente, visitando l'isola Maurizio, Sant'Elena, le isole Azzorre, per rimpatriare finalmente nell' ottobre del 1836. Darwin passò tre anni a Londra ordinando le sue preziose raccolte e rivedendo le sue note di viaggio; ebbe dal « Christ College » il diploma di dottore in scienze, sposò nel 1839 una sua cugina, la signorina Wedgwood, e dopo aver passato altri tre anni nella casa di uno zio a Maer Hall, nello Staffordshire, nel 1842 si ritirò in una sua bella villeggiatura poco lungi da Londra, presso Bromley e Farnborough, a Down Beckenham, nella contea di Kant, e vi passò tutto il resto della sua vita. Morì il 19 aprile 1882, e la sua salma ebbe la meritata sepoltura nella Abbazia di Westminster fra quella di Newton e quella di Livingstone.

Scheletro della natatoia d'una balena; d'un'ala di uccello; d'un membro anteriore di quadrupede; d'un braccio d'uomo.

Darwin era alto di statura, magro, aveva fisionomia seria e pensosa, fronte spaziosissima, diritta, coi lobi frontali straordinariamente sviluppati, con l'angolo facciale d'apertura larghissima, gli occhi grigio-azzurri coperti dalle folte sopraciglia; portava una lunga barba fluente, fu calvo ancor giovane. Il suo viso era sempre di colore acceso, anche quando soffriva, e il contrasto fra il suo stato intimo, reale, e la sua apparenza esterna era in tal caso strano. Portava abiti larghi, di colore oscuro, un cappello di paglia o di feltro molle secondo la stagione. Quando usciva, d'inverno, metteva un grande mantello senza maniche. Aveva abitudini d'ordine severissime: l'impiego della sua giornata era sempre lo stesso: diviso fra le esperienze, gli studi, la lettura, le passeggiate. Un suo biografo (de Varigny) narra che spesso nelle sue passeggiate serali nei campi si fermava per osservare gli uccelli e l'altre bestie, e la sua immobilità era tale qualche volta che capitò a de' giovani scoiattoli di arrampicarglisi sulle gambe e sul dorso tranquillamente, mentre la madre, da un albero, li chiamava con alte grida d'angoscia.

Fu amantissimo della famiglia, ricambiato sempre col più tenero affetto dalla moglie e dai molti figliuoli, due dei quali ebbe collaboratori in qualcuna delle sue ultime opere. Esercitò su quanti lo avvicinarono una singo-

lare influenza, più ancora per la bontà rara dell'animo, che per le doti della mente. Fu sempre di umore piacevolissimo e di grande prontezza di spirito: la sua erudizione vastissima, la sua cultura profonda, la sua memoria straordinariamente tenace, la sua tolleranza grande delle opinioni e delle debolezze altrui, davano alla sua conversazione ed alla sua amicizia un fascino particolare. Tommaso Carlyle, che dapprima parve assai sdegnato contro le dottrine di Darwin, parve ricredersi quando lo conobbe: ad ogni modo lo giudicò il più simpatico degli uomini. Il suo contegno fu sempre mirabile, anche in mezzo alle acerbe lotte che le sue opere destarono, anche fra le mille accuse onde tentarono di colpirlo. Non si curò delle offese, come non si curò degli onori immensi che gli furono tributati. Quando uscì la sua opera sulla « Origine delle specie », la guerra che gli fu mossa da molti fu acerbissima. A Down fu fatto segno a minacce, fu insultato per le vie, gli fu negato un posto nella sala delle pubbliche riunioni. Nel 1870, quando all'Accademia delle Scienze di Parigi fu proposto come membro corrispondente, si udirono parecchi proclamar dannose e senza fondamento le sue teorie, e Blanchard chiamarlo un dilettante, e Brongniart negare le variazioni delle piante allo stato domestico, e Robin dichiarare che gli preferiva cento altri naturalisti, e De Beaumont chiamare scienza di spuma la sua: e non fu accettato... Ma Carlo Darwin non perdette mai la sua calma e la sua serenità abituali. Singolarmente modesto, non solo fu egli il primo ad indicare le più gravi difficoltà che si potevano opporre alle sue teorie, e a riconoscere la insufficienza di alcune delle prove da lui adotte a sostegno delle teorie stesse; ma confessò sempre i suoi dubbi, ed espresse più volte il dispiacere che le sue idee ferissero i sentimenti della maggioranza; più ancora: citò i suoi critici peggiori, quelli stessi che l'avevano schernito ed offeso, e più d'uno di questi uscì soltanto grazie a Darwin dalla oscurità nella quale altrimenti sarebbe rimasto per sempre.

Proteus anguineus.

Quando Darwin lasciò sulla « *Beagle* » l'Inghilterra, tutta l'Europa scientifica era commossa dall'eco della recente disputa fra Giorgio Cuvier e Geoffroy Saint-Hilaire: di quella disputa al racconto della quale Goethe s'era infiammato d' entusiasmo. Affermando altamente « che esiste un tipo primitivo e universale di cui si può seguire lontano assai le diverse trasformazioni », Goethe si era schierato dalla parte di Geoffroy Saint-Hilaire; e a proposito della teoria delle rivoluzioni violente e periodiche del globo aveva detto: « Quel che c'è in questa dottrina di violento, di brutale, ripugna al mio pensiero perchè non è conforme alla natura. Io maledico a questo abbominevole guaz-

zabuglio delle creazioni rinnovate. E un giorno sorgerà un uomo intelligente che avrà il coraggio di distruggere questa pazzia accettata da tutti ». Indi a poco eran venuti in fatto Constant Prévost e Carlo Lyell.

La lotta era stata aspra. Cuvier aveva proclamato, in nome del classicismo e della ortodossia, la immutabilità, la fissità della specie; Geoffroy-Saint-Hilaire era insorto in nome del libero pensiero, e invocando Lamarck, e ripigliandone le tradizioni e le idee, aveva difeso audacemente la teoria dell'evoluzione naturale, ed aveva affermato la variabilità della specie, la origine a tutte comune da un unico stipite, l'unità d'organizzazione, l'unità del piano di struttura di tutto il regno animale... Ma Giorgio Cuvier, già sessagenario, era il segretario perpetuo dell'Accademia delle Scienze, era il presidente del Consiglio di Stato, era un pari di Francia: più ancora era l'inventore della paleontologia: e Cuvier *allora* trionfò, e parve il suo fosse il trionfo della scienza seria sulla scienza d'immaginazione.

Quali fossero le opinioni di Carlo Darwin riguardo alla origine delle specie ed alla loro variabilità, quando, nel 1831, poco più d'un anno dopo la disputa famosa, lasciò l'Europa, non si sa con certezza. Pochi giorni prima di morire tuttavia egli scriveva al dottor Zacharias, direttore della « *Gegenwart* » una lettera nella quale afferma che nell'intraprendere il suo viaggio credeva ancora all'unità delle specie, sebbene non senza qualche dubbio. Certamente questi dubbi crebbero durante il suo viaggio, e l'esame dei fatti raccolti, delle osservazioni fatte, gli suggerì l' idea ardimentosa. Scrivendo ad Haeckel nel 1864, gli diceva che nell'America del Sud tre sorta di fenomeni avevano fatto impressione su lui: anzitutto il modo col quale certe specie, molto affini, si succedono e sostituiscono a misura che si va dal Nord al Sud; — poi la stretta parentela delle specie che abitano le isole del litorale dell'America del Sud e di quelle che sono proprie del continente americano; fatto questo che lo colpì in particolar modo, come la varietà delle specie nell' arcipelago delle Galapagos, vicino alla terraferma; — infine i rapporti strettissimi che legano i mammiferi sdentati e i roditori contemporanei alle specie estinte delle stesse famiglie. « Non dimenticherò mai, scrive Darwin, la sorpresa che provavo disotterrando un frammento di armadillo gigantesco analogo all'armadillo vivente! »

Riflettendo su questi fatti, comparandoli ad altri dello stesso ordine, parve a Darwin verosimile che le specie affini potessero essere la posterità d'una forma progenitrice comune. Ma per più anni gli fu impossibile comprendere come una tal forma avesse potuto adattarsi così bene a condizioni di vita tanto diverse. Sicchè si mise a studiare sistematicamente gli animali e le piante domestiche, e in capo a qualche tempo vide in modo chiaro che l'influenza modificatrice più importante consiste nella libera scelta dell'uomo, nella scelta degli individui per la riproduzione. E perchè aveva studiato profondamente il genere di vita e i costumi degli animali, era anche pronto a farsi una idea esatta della lotta per l'esistenza, e i suoi studi geologici gli avevano dato un' idea della durata enorme delle età antiche. Avendo letto allora per caso il libro di Malthus sul « Principio della popolazione », l'idea della selezione naturale gli balenò alla mente. Ma con una circospezione ed

una abnegazione meravigliose, Darwin non pubblicò nulla su queste idee per ben vent'anni, sebbene egli avesse già formulato quella teoria dal 1844. Egli accumulava senza posa i fatti, perchè la sua teoria avesse una larga base sperimentale, quando fortunatamente avvenne un fatto che lo costrinse a render noti i suoi lavori. Un altro inglese, un naturalista viaggiatore, Alfredo Russell Wallace, che per più anni avea viaggiato nelle isole dell'arcipelago della Sonda, studiando quelle regioni così ricche e così interessanti per la varietà grandissima della loro fauna e della loro flora, era arrivato alle stesse conclusioni di Darwin sulla origine delle specie organiche, e gli aveva mandato, senza conoscerlo, un riassunto espositivo delle sue idee, pregandolo di farlo avere a Lyell perchè lo pubblicasse in un giornale inglese. Fu allora che Lyell e Hoocke, i quali da tempo conoscevano le idee e gli studi di Darwin, lo indussero a pubblicare contemporaneamente, ciò che avvenne nell'agosto del 1858, nel « Giornale della Società Linneana di Londra », un riassunto de' suoi studi. Nel novembre dell'anno seguente Darwin pubblicava il suo capolavoro, l'« Origine delle specie », da lui tuttavia annunciato appena come il prodromo d'un'opera più grande e più particolareggiata, nella quale avrebbe dato una dimostrazione sperimentale più larga delle sue teorie. Infatti nel 1868 ne pubblicò la prima parte col titolo « Variazioni degli animali e delle piante allo stato domestico ». Ma la teoria darwiniana, secondo Haeckel, era già stabilita su basi più che sufficienti nel volume « Origine delle specie ». La forza inattaccabile della teoria, dice Haeckel, non consiste nel numero immenso dei fatti speciali che si può citare come prove, ma nell' armoniosa concordanza dei fatti capitali e dei grandi fenomeni della vita organica, concordanza che attesta la verità della teoria della selezione. Fu più tardi, quando altri naturalisti ebbero stabilito che da questa teoria, dallu teoria della discendenza, derivava necessariamente la parentela genealogica della specie umana con gli altri mammiferi, che Darwin, accettando la conseguenza, compì il suo meraviglioso edificio, pubblicando nel 1871 l'« Origine dell'uomo e la selezione sessuale ».

Gastropaca quercifolia.

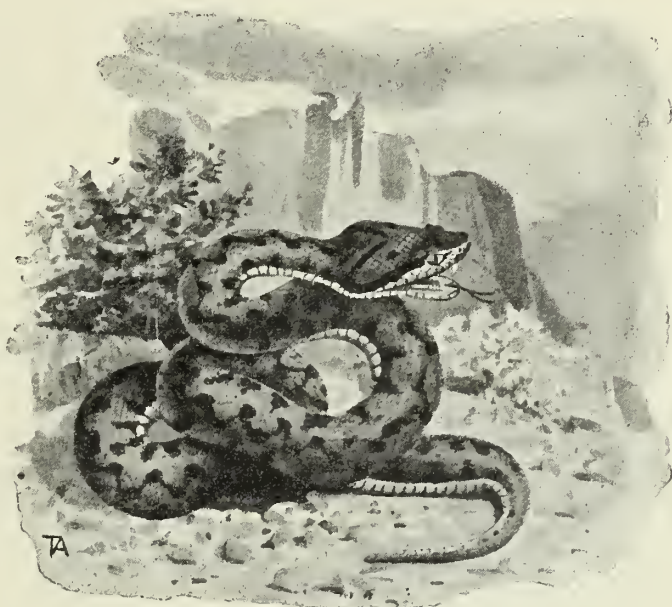
Carlo Darwin aveva dato alle stampe altre opere sue. La prima che pub-

blicò dopo il suo ritorno dall'America, fu una memoria (1837) sui costumi degli struzzi dell'America meridionale, uno dei quali ebbe dal Gould il nome di *rhea Darwinii*, dal nome del suo scopritore. Poscia nei « Resoconti della Reale Società Geologica di Londra » pubblicò numerose memorie, che poi raccolse nelle opere « Osservazioni geologiche sull'America Meridionale » e « Sulle isole vulcaniche dell'Oceano Atlantico e del Pacifico ». Nel 1842 pubblicò un'altra opera importantissima « Sulla struttura e distribuzione dei banchi di corallo », nella quale completando e coordinando gli studi di Quoy e di Gaimard sulla funzione delle isole madreporiche e di Ehrenberg, Moresby, Chamisso, Beeckey e Nelson sui polipi, spiega finalmente il modo di formarsi di quei banchi e la loro forma mercè l'attività dei polipi, e l'innalzamento e l'abbassamento del fondo del mare, recando così alle teorie di Lyell una delle prove migliori e più sicure, che le ulteriori ricerche di Dana e di Semper, di Agassiz, di Jukes, di d'Archiac confermarono, eliminando del tutto la vecchia teoria dell'origine degli atolli.

Tropidonotus viperinus.

Il resoconto ufficiale della spedizione della « *Beagle* » fu pubblicato nel 1840. In esso del Darwin sono l'introduzione geologica alla « memoria sui mammiferi fossili raccolti e descritti », e l'introduzione geografica a quella « sui mammiferi viventi ». Del Darwin è anche il volume sugli uccelli, sebbene porti il nome di Gould. Questi, al quale era stata affidata la parte ornitologica, aveva dovuto partire con una missione scientifica, e Darwin, che lo sostituì servendosi delle poche note lasciate da lui, non volle toglierli la sua parte. I volumi della « relazione geologica », dove, fra le tante osservazioni di capitale importanza, è la dimostrazione dell' origine delle Ande dovuta a una serie successiva di terremoti, sono completamente opera sua. Alcuni anni dopo, nel 1845, pubblicò il celebre « Giornale di ricerche » che ne rese tanto popolare il nome.

Nel 1844 pubblicò una memoria d'anatomia comparata « sui vermi planarii terrestri », descrivendone dieci nuove specie, stabilendo l' uguaglianza di struttura fra essi ed i planarii acquatici, ripetendo le esperienze di riproduzione dopo la segmentazione, e un'altra « sulla conformazione e lo sviluppo della *sagitta* », un curioso anello di congiunzione degli anellidi e dei mol-

luschi. Nel 1851 pubblicò la prima parte d'una « monografia dei cirripedi », che fu completata nel 1854, un'opera che secondo De Quatrefages colmò una lacuna della scienza, e che gli valse da parte della Società Reale la grande medaglia d'oro. Nel 1862 pubblicò il bel volume « Sulla fecondazione delle orchidee per opera degli insetti e sulla utilità dell'incrociamento », nel 1865 l'opera « I movimenti e le abitudini delle piante rampicanti », nel 1872 l' opera « Dell'espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali », nel 1875 un libro su « Le piante insettivore », nel 1876 un altro « Sugli effetti della fecondazione incrociata e propria nel regno vegetale », nel 1877 il bel volume su « Le diverse forme dei fiori in piante della stessa specie », nel 1880 il libro « Il potere di movimento nelle piante », e finalmente nel 1881 l'opera su « La formazione del terriccio per opera dei lombrichi », senza tener conto delle memorie minori e degli articoli pubblicati specialmente nella « *Nature* ».

Vipera aspis.

Abbiamo già accennato a qualcuno dei precursori di Darwin, e specialmente a Lamarck, il maggiore di tutti. C'è una bibliografia enorme che lo studioso potrà consultare in proposito. Noi ci limiteremo a citare « Carlo Darwin e i suoi precursori francesi » e « Gli emuli di Carlo Darvin » di De Quatrefages, « La filosofia zoologica prima di Darwin » di Edmondo Perrier, « Discendenza e Darwinismo » di Oscar Schmidt, la « Esposizione sommaria delle teorie trasformiste di Lamarck, Darwin ed Haeckel » di Arturo Vianna de Lima, « Il Darwinismo » di Hartmann, « Il Darwinismo » di E. Ferrière, « La teoria dell'evoluzione » di Giovanni Canestrini, « La teoria Darwiniana e la creazione » di Giuseppe Bianconi, « Carlo Darwin » di M. Lessona, « Darwin » di G. I. Romanes, « La teoria di Darwin » di Augusto Schleider, « Kant e Darwin » di Fritz Schultze, « La selezione naturale » e « Il Darwinismo » di Wallace, la « Storia della zoologia » di V. Carus, la « Storia della creazione naturale » di E. Haeckel, « Per Darwin » di Fr. Müller, « L'evoluzione e l'origine della specie » di Huxley, il « Saggio sull'eredità e la selezione naturale » di Weismann, « I fattori dell'evoluzione organica » di H. Spencer, « Le condizioni naturali dell'esistenza » di Semper, e « I fattori dell'evoluzione organica » di Cope.

Carlo Darwin stesso, del resto, prima di De Quatrefages, di Haekel, di Martius, di Schmidt, e degli altri, dimostrò lealmente che la dottrina evolu-

zionista, della quale egli fu l'efficace banditore, esisteva da lungo tempo nella scienza, e che parecchi illustri naturalisti e filosofi credettero prima di lui, e prima ancora di Geoffroy Saint Hilaire, e di Goethe, e di Lamarck, alla variabilità della specie, ed alle origini delle forme attuali per via di discendenza da forme anticamente esistenti. Così fra i suoi precursori si potrebbe forse anche citare Kant, in quanto, nella sua « Critica del giudizio teleologico », sino dal 1790 riconosceva la necessità della dottrina genealogica, e la indicava come il solo mezzo possibile di spiegare la natura organica con le leggi meccaniche, d'averne cioè una nozione scientifica; se lo stesso Kant, dopo aver affermato in modo esplicito che le forme organiche traggono la loro origine dalla materia bruta, in virtù di leggi meccaniche simili a quelle della cristallizzazione, dopo aver affermato così la evoluzione graduale e genealogica delle specie, che avrebbero avuto secondo lui una madre primitiva comune, non aggiungesse che bisogna sempre, in ultima analisi, attribuire a questa madre universale una organizzazione che avesse per scopo tutte queste creature, altrimenti non sarebbe possibile concepire la varietà delle produzioni del regno animale e del regno vegetale....

Cerambix heros.

Leopoldo de Buch, dell'opera del quale abbiamo già detto, nella sua « Descrizione fisica delle isole Canarie » (1825) scriveva, riferendosi alla flora, che sui continenti gli individui dei gruppi organici si diffondono lontano, e, grazie alla diversità dell'ambiente, dell'alimentazione, del suolo, formano delle varietà, che trovandosi allontanate dalle altre non possono subire incrociamenti ed essere così ricondotte al tipo principale, e finiscono quindi col divenire delle specie costanti particolari; poi le specie simultaneamente modificate si trovano in contatto con le varietà primiere modificate; ma esse sono allora molto differenti e non possono più mescolarsi assieme. Nelle isole invece, aggiungeva, avviene diversamente. Là, d'ordinario, confinati in strette valli o in limitate zone, gli individui possono ricongiungersi e distruggere così ogni varietà in via di fissarsi. È per tal modo che fra gli uomini singolarità o vizi di lingua, dapprima propri d'un capo di famiglia, continuava De Buch, si estendono con queste famiglie e diventano comuni a tutto un distretto; se questo distretto è separato, isolato, se de' rapporti continui coi distretti vicini non riconducono costantemente la lingua alla sua purezza primitiva, un nuovo dialetto uscirà da questo traviamento linguistico; e se ostacoli naturali, le foreste, ad esempio, la configurazione del luogo, il governo uniscano anche più strettamente fra loro gli abitanti del distretto del quale è discorso, essi si separeranno anche più dai loro vicini, il loro dialetto si

fisserà, diventerà una lingua perfettamente distinta. Così Buch è condotto alla base fondamentale della dottrina genealogica dai fenomeni della geografia delle piante, dei quali pure s' occupa Darwin, e l'osservazione è soprattutto interessante, come nota Huxley, in quanto ci conduce alla comparazione tanto istruttiva dei dialetti e delle specie organiche, e questo ravvicinamento è altrettanto utile per la linguistica comparata, che per la botanica e la zoologia comparata.

Un altro dei precursori di Darwin è Carlo Ernesto Baer, il fondatore dell'embriogenia comparata, del quale diremo più innanzi. Infatti egli, in una lettura fatta nel 1734 intitolata « La legge più generale della natura e della evoluzione di tutti gli esseri », dichiara essere infantile a dirittura il considerare le specie organiche come tipi fissi, invariabili, e dimostra che queste specie non possono essere che delle serie genealogiche derivanti per metamorfosi da una sorgente comune. Più tardi (1859) si servì dei fatti offerti dalla distribuzione geografica degli organismi per comprovare la sua affermazione. Così per Schleiden le diverse specie delle piante erano semplicemente i prodotti specificati delle influenze formatrici vegetali; e d'altra parte la base fondamentale della dottrina genealogica è chiaramente espressa anche nel « Saggio sur una storia del mondo vegetale » di F. Unger (1852), giacchè egli vi afferma che tutte le specie vegetali sono derivate da un piccolo numero d'antiche forme, e forse da una pianta primitiva unica, da una cellula vegetale semplicissima..

Lampiride (lampyris noctiluca).

Victor Carus, nella introduzione del suo « Sistema di morfologia animale » (1853), dichiara che gli organismi sepolti negli strati geologici più profondi debbono essere considerati come gli avi degli esseri che compongono l'insieme dei regni viventi attuali, esseri modificati da un lungo lavoro di generazione e d'accomodamento progressivo alle condizioni del mezzo ambiente.

Anche l'antropologo Schaafhausen di Bonn, in una sua memoria « Sulla fissità e la variabilità della specie » (1853), accetta la teoria della discendenza, e più tardi (1857) afferma l'origine animale del genere umano, che discenderebbe da animali pitecoidi in seguito ad una graduale evoluzione.

Nel suo celebre libro « Forza e materia » (1855) anche Luigi Büchner sviluppa i principî della teoria della discendenza, fondandola sulla evoluzione paleontologica e individuale degli organismi, sulla loro anatomia comparata, e sul parallelismo delle diverse serie di sviluppo, facendone risultare la necessità d'una forma antica comune alle diverse specie organiche, la origine della quale egli ritiene esplicabile solo con la generazione spontanea.

Altri dei precursori di Darwin sono Grant d'Edimburgo (1826), il quale riteneva che le specie nuove derivassero dalle specie fisse in seguito ad un lavoro persistente di metamorfosi; W. Herbert (1822), che affermava le

specie animali e vegetali essere semplicemente delle varietà fisse; Freke (1841), che dichiarava tutti gli esseri organici derivanti da un'unica forma primitiva; Herbert Spencer (1852), che dimostrava la necessità della dottrina genealogica, e che la fondò meglio più tardi nei suoi « Saggi » (1858), applicando le teorie dell'evoluzione alla psicologia, e dichiarando che anche le attività intellettuali, le forze dello spirito, non hanno potuto svilupparsi se non gradualmente e lentamente, e che più tardi (1859) affermava la teoria della discendenza essere la sola ipotesi cosmologica conciliabile con la filosofia scientifica; Hooker (1859), che nella « Introduzione alla flora Tasmaniana » ammetteva la teoria della discendenza e la fondava sovra sue osservazioni; Carlo Naudin (1852), che ammetteva anch'esso la variabilità, per

Ape operaia. Ape maschio. Ape Regina.

quanto limitata, delle specie. Ma nessuno dei precursori di Darwin aveva potuto sviluppare eziologicamente la base ammessa della dottrina genealogica, e dimostrare quali siano veramente le cause meccaniche della metamorfosi delle specie organiche. Questo merito lo ebbe interamente Darwin, il quale, mentre arricchiva di nuovi fatti, di nuove esperienze, di nuove osservazioni, la teoria di Goethe e di Lamarck, la teoria genealogica, fondava la teoria della selezione naturale.

Darwin prese anzitutto in esame i fenomeni dell'eredità, pei quali i caratteri dei genitori si trasmettono ai loro discendenti, considerando che insieme ad essi coesistono i fenomeni dell'adattamento collegati alle condizioni speciali dell'alimentazione, ed una variabilità limitata della forma, senza la quale gli individui aventi una comune origine dovrebbero essere identici. L'eredità tende a riprodurre i caratteri dei genitori; ma nei discendenti d'una medesima specie appaiono delle variazioni proprie degli individui da cui derivano, delle modificazioni che per la stessa legge della eredità tendono alla lor volta ad essere trasmesse ai discendenti. Queste variazioni individuali sono soprattutto evidenti negli esseri organici coltivati, nelle piante coltivate e negli animali domestici: la facoltà d'addomesticamento non sarebbe in ultima analisi che la facoltà d'adattarsi a determinate condizioni d'alimentazione, a speciali e differenti maniere di vita. La scelta o selezione artificiale per la quale l'uomo riesce ad ottenere negli animali domestici e nelle piante coltivate certe qualità, e persino la esagerazione di certe qualità che gli sono utili, si fonda appunto sulla azione reciproca della eredità e della variabilità individuale, e molto probabilmente le numerose razze esistenti di animali domestici sono state ne' lontani tempi create incoscientemente dall'uomo, nello stesso modo che oggidì sono da esso create metodicamente nuove, sempre più numerose

varietà. Ora in natura analoghi processi agiscono per formare le varietà; vale a dire che, come si ha una selezione artificiale, si ha anche una selezione naturale, che prodotta dalla lotta degli organismi per la vita dà luogo mercè l'incrociamento ad una specie di scelta per parte della natura. Questa idea di una lotta per l'esistenza (*struggle for life*), che più esattamente si dovrebbe dir « lotta per soddisfare alle necessità dell'esistenza », fu suggerita a Darwin dal libro di Malthus « Sulle condizioni e sui resultati dell'accrescimento della popolazione », nel quale si dimostra che il numero degli uomini cresce in media secondo una progressione geometrica, mentre la massa delle sostanze alimentari aumenta soltanto secondo una progressione aritmetica. Dalla sproporzione derivano infiniti inconvenienti alla società umana: onde una continua contesa fra gli uomini allo scopo di procurarsi i mezzi necessari di sostentamento, che non possono bastare per tutti. Infatti il numero degli individui organici possibili che può derivare dalle funzioni compiute della riproduzione, è molto superiore al numero degli individui che realmente vivono sulla terra. Il numero degli individui possibili è rappresentato naturalmente dal numero delle ova e dei germi che gli organismi producono, e che, in condizioni favorevoli, dovrebbero produrre alla lor volta ciascuno un individuo. Pochi esempi possono bastare a dare un'idea di tale rapporto. Certe specie di gallinacei depongono numerosissime ova, eppure sono annoverati fra gli uccelli più rari, mentre uno degli uccelli più comuni, la *procellaria glacialis*, non depone che un solo ovo. Il verme solitario produce in pochissimo tempo dei milioni d'ova, mentre l'uomo che lo ospita ha un numero di germi infinitamente minore; eppure, fortunatamente, il numero degli individui di vermi solitari viventi è molto inferiore al numero degli uomini viventi. Certe bellissime orchidee producono miliardi di germi; e pur sono rarissime, mentre certe composite, che producono solo pochi semi, sono comuni per tutto.

Termite (*Termes lucifugus*).
1. Operaio. 2, Soldato. 3, Larva di maschio. 4, Maschio. 5, Femmina. 6, Regina.

Tutti gli animali, tutte le piante, come del resto dimostrarono già chiaramente Alfonso de Candolle e Lyell, sono soggetti a una specie di concorrenza, e lottano fra loro e contro le condizioni vitali esterne per la loro conservazione. Le piante lottano contro il clima, contro le stagioni, contro il suolo, contro le altre piante, e se riescono a nutrirsi meglio, a svilupparsi più, a farsi più forti, tolgono a queste la possibilità di nutrirsi, di svilupparsi, di vivere. Le piante inoltre servono di cibo agli animali, che qualche volta riescono persino a distruggerli in regioni più o meno vaste, e che, d'altra parte, sono in continua lotta fra loro. I carnivori si cibano quasi esclusivamente della carne degli erbivori. Vegetali e animali, tutti gli esseri viventi, par quasi si sforzino

di moltiplicarsi quanto più sia ad essi possibile; onde deriva che tutti gli organismi generino assai più discendenti di quelli che possono sussistere. Le specie più feconde sono esposte ai maggiori pericoli di distruzione; se non fosse così gli individui che le costituiscono crescerebbero in progressione geometrica, per modo che nessuna regione della terra potrebbe alimentarli. Le specie alle quali le condizioni migliori che ne favoriscono l'esistenza, come la fecondità, la mole, l'organizzazione, il colore, ecc. vengono meno, spariscono naturalmente dalla terra. La lotta più accanita è, com'è facile prevedere, fra gli individui della stessa specie, che si nutrono dello stesso cibo, che sono esposti ai medesimi pericoli, e si capisce come gli individui che sono meglio dotati abbiano maggiore probabilità di mantenersi e di moltiplicarsi, e quindi di riprodurre le modificazioni utili alla specie, di trasmetterle ai discendenti loro, e qualche volta anche di accentuarle. Così, per la concorrenza vitale, la selezione naturale dà luogo ad una scelta naturale che produce le modificazioni più utili alla specie; e perchè la lotta per l'esistenza tra le forme vicine deve necessariamente essere tanto più accanita quanto più esse si rassomigliano, ne deriva che quelle che più differiscono avranno maggiori probabilità di mantenersi: onde la divergenza dei caratteri, e l'estinzione delle forme intermedie. A poco a poco, grazie alla combinazione delle modificazioni utili, all'accumularsi delle particolarità ereditarie, si avranno delle varietà sempre più divergenti. La produzione delle razze e delle varietà, dovuta soprattutto alla selezione naturale, rappresenta un primo passo nel processo di continua trasformazione degli organismi. Chè, per lenta e graduale che sia l'azione della selezione naturale, non v'è limite alcuno all'estensione ed alla grandezza delle modificazioni, all'infinita catena dei reciproci adattamenti degli esseri viventi, solo che si supponga ch'essa agisca in lunghissimi periodi di tempo, in quei periodi geologici che colmano appunto l'abisso fra varietà e specie. Le varietà, sempre più divergendo, finiscono col diventare specie, le quali allo stato selvaggio non si incrociano più, o che almeno sono fecondate solo eccezionalmente. Così le varietà non sono per Darwin che specie in via di formazione. In periodi di tempo anche più estesi, con l'estinzione delle forme intermediarie, le specie sono così lontane le une dalle altre, che quando noi vogliamo classificarle siamo costretti ad assegnarle a generi differenti. Infine le differenze dell'organizzazione, quali sono espresse nelle categorie gradualmente subordinate del sistema, risalgono a periodi tanto più antichi quanto più esse sono profonde, e le differenti forme primitive delle classi d'uno stesso tipo si trovano ricondotte allo stesso punto di partenza, e come i differenti tipi sono collegati fra loro da forme di transizione variate, il numero delle forme che hanno dovuto esistere originalmente si trova straordinariamente ridotto. Molto probabilmente la materia contrattile informe, sarcode o protoplasma, ha dovuto essere la prima e più antica espressione della vita organica della terra.

Così, nella teoria darwiniana, la specie perde il significato d'unità invariabile, creata isolatamente, ed appare come un agglomeramento di forme passeggero, variabile, limitato a periodi più o meno lunghi, come l'insieme di cicli di generazioni corrispondenti a condizioni d'esistenza definite, e con-

servanti, sinchè queste non variano, una certa costanza nei loro caratteri essenziali. Le differenti categorie del sistema indicano il grado più o meno lontano di parentela, e il sistema stesso è l'espressione dell'affinità genealogica fondata sulla discendenza. Naturalmente però esso non può essere che un quadro incompleto e pieno di lacune, perchè gli antenati primitivi estinti degli organismi del periodo attuale, non si lasciano che molto imperfettamente ricostruire mercè i documenti geologici, e innumerevoli anelli della catena mancano, e non è rimasta traccia alcuna dei primissimi esseri viventi. Solo le ultime divisioni di quest' albero genealogico ramificato all' infinito sono a nostra disposizione in numero sufficiente; le ultime estremità, i ramuscoli soltanto si sono conservati, mentre appena qua e là si riconosce qualche

Philomachus pugnax.

frammento degli innumerevoli rami; e le ricostruzioni più sapienti, quelle di Haeckel, sono, e rimarranno forse sempre in qualche parte, il prodotto di mere per quanto plausibili supposizioni.

I fatti sui quali si fonda la teoria della discendenza sono forniti dalla morfologia, dal dimorfismo e dal polimorfismo, dal mimetismo, dagli organi rudimentali, dalla embriologia, dalla geologia, dalla paleontologia, dalla distribuzione geografica degli esseri viventi.

Noi li accenneremo brevemente, accennando anche ai fatti che i continuatori di Darwin recarono posteriormente in appoggio delle teorie darwiniane.

Tutta la morfologia, dice C. Claus, non è che una lunga prova della verisimiglianza delle teorie della discendenza. I gradi di simiglianza delle specie, fondati sulla concordanza in caratteri importanti o secondari, la così detta parentela, hanno condotto a stabilire le categorie del sistema, la più elevata delle quali, il tipo, è fondata sulla simiglianza nei tratti generali dell'organizzazione e dello sviluppo. Le simiglianze che molti animali offrono nel piano generale dell'organizzazione, come, ad esempio, i pesci, gli amfibi,

i rettili, gli uccelli ed i mammiferi, che posseggono tutti una colonna assile rigida (colonna vertebrale) rispetto alla quale i centri nervosi sono dorsali, e gli organi della nutrizione e della riproduzione sono ventrali, si spiegano benissimo, secondo la teoria della selezione e la teoria del trasformismo, con la derivazione dei vertebrati da un'unica forma comune avente i caratteri del tipo. Così si capisce come gli stessi caratteri comuni si riscontrino in tutte le altre divisioni e suddivisioni, dalla classe al genere, e come sia possibile distribuire tutti gli esseri organizzati in gruppi subordinati gli uni agli altri. Dalla teoria stessa della discendenza deriva poi la impossibilità di una classificazione nella quale tutti i gruppi siano nettamente delimitati. La teoria esige l'esistenza di passaggi fra i gruppi lontani e strettamente collegati, e spiega, con l'estinzione nel volger del tempo dei numerosi tipi insufficientemente dotati, come certi gruppi dello stesso valore abbiano avuto una estensione differente, e spesso anche non siano rappresentati che da poche forme isolate. Così l'anatomia comparata ci conduce a identici risultati. Se, ad esempio, consideriamo la conformazione dei membri e la struttura del cervello nei vertebrati, vediamo, attraverso a notevoli differenze, che talora si collegano le une alle altre per serie di transizioni, una forma fondamentale comune, che si modifica in ciascun gruppo secondario, e si differenzia più o meno secondo le funzioni speciali che gli organi debbono compiere e secondo le esigenze della maniera di vita alla quale ciascuna specie è soggetta. La natatoia delle balene, l'ala degli uccelli, il membro anteriore dei quadrupedi, il braccio dell'uomo, sono formati dalle stesse ossa, ma che in un caso sono raccorciate, allargate, immobili, in un altro sono allungate e articolate in diversa maniera in rapporto con le esigenze della locomozione. Qualche volta tutte le parti sono sviluppate, qualche altra volta invece esse si semplificano, e si atrofizzano parzialmente o anche completamente. Gli organi dei sensi sono pur essi suscettibili, come le membra, di atrofizzazioni tanto più notevoli in quanto non influiscono affatto sull'aspetto generale dell'organismo e sembrano in rapporto con ben determinate condizioni d'esistenza. Si è notato da lungo tempo che gli occhi si semplificano e possono persino sparire in molti animali che vivono costantemente nell'oscurità. Le talpe ne sono un esempio ben noto. In esse però, come nelle cecilie, batraci che vivono alla maniera dei lombrici, e nel proteo, che vive nelle caverne sotterranee della Carniola, la cecità non è completa; nel caso del proteo è anche da notarsi che la pelle è sensibile alla luce. La cecità è invece assoluta in molti altri abitatori delle caverne, come nell'*amblyopsis spelœus*, un pesce che vive nelle acque della caverna del Mammut nell' America settentrionale , negli anoftalmi, insetti cavernicoli, nei *claviger* che vivono nelle formicaie, nei lombrici terrestri, nel *niphargus stygius*, crostaceo delle regioni profonde del lago Lemano, nel *pecten fragilis*, mollusco che vive a tremila metri di profondità, nell'*oocorys sulcata*, che vive a tremila e duecento, nel *fusus abyssorum*, che vive a quasi cinquemila metri. In una specie di granchio, il *cymonomus granulatus*, si possono seguire tutte le fasi della atrofizzazione degli occhi: gli individui che vivono a lievi profondità hanno gli occhi normali, quelli che si pescano al sud di Valentia nell'Irlanda, a duecento e sino a quattro-

cento metri di profondità, hanno i peduncoli oculari terminati da una superficie arrotondata, ma che non è più un occhio; quelli che vivono nell'Atlantico settentrionale, fra mille e millecinquecento metri di profondità, hanno dei peduncoli oculari immobili, terminati in punta, e fra i quali scompare il rostro primitivo. Tale atrofizzazione potrebbe parere dovuta ad una mancanza di eccitamento degli organi per parte della luce: ma se fosse così, tutti gli animali che vivono nelle acque dei mari a profondità alle quali non giunge la luce solare, dovrebbero essere ciechi; ciò che non è; la cecità non colpisce che gli animali camminatori, come i crostacei isopodi e i decapodi della famiglia degli astacidi, dei corazzati, dei galateidi, dei notopodi e dei granchi. I crostacei natanti e i pesci conservano i loro occhi, che spesso anzi sono sviluppatissimi, e persino hanno il sussidio di apparecchi tattili. Molti di essi sono inoltre provvisti di apparati fotogeni. E il fenomeno non può esser spiegato che dalla selezione naturale, alla evidenza della quale fornisce d' altra parte una nuova prova. Anche la fissazione al suolo, e l'immobilità che ne deriva, sono cause indirette della atrofizzazione degli occhi. Tra i fitozoari soltanto le meduse, le stelle di mare e alcuni orsini (*diadema*) posseggono gli occhi. Negli artiozoari che si fissano tardi, come nei cirripedi e nei tunicati, gli occhi, dapprima bene sviluppati, scompaiono al momento della fissazione: persistono in alcuni tunicati liberi (*pyrosoma*). E alla mancanza di eccitamento dell'organo visuale neppure si può attribuire la scomparsa dell'occhio impari, interparietale, che sembra esser stato l'appannaggio dell'antenato comune a tutti i vertebrati, che esiste ancora allo stato rudimentale in alcuni sauri, e specialmente nelle lucertole, nelle quali occupa il posto della fontanella interparietale degli stegocefali del permo-carbonifero e del triassico, e che, innervato dall'epifisi o glandola o corpo pineale, la di cui esistenza è generale nei vertebrati a cranio, assume il significato d'un ganglio ottico rudimentale.

Physophora idrostatica.

Le cause dunque delle modificazioni organiche fra le quali si compie poi la selezione naturale, sono svariatissime; il modo con cui ingrandiscono e si moltiplicano gli elementi costituenti l'essere, l'azione diretta dei mezzi ambienti, l'uso che un essere fa de' propri organi, l'attività relativa della sua nutrizione, la trasmissione ereditaria delle modificazioni acquisite, ecc.; e intervengono tutte nella produzione dei caratteri che distinguono certe categorie d'animali, come gli animali sedentari e gli animali parassiti. Negli ani-

mali sedentari gli organi di locomozione, come avviene nei cirripedi, o quelli di respirazione, come avviene nei briozoari, nei brachiopodi, negli anellidi cefalobranchi, nei molluschi lamellibranchi, nei tunicati, sono impiegati a determinar le correnti che debbono apportare all'animale la sostanza alimentare aeriforme o solida. Se non sono adibiti a quest'uso, si atrofizzano gli organi di masticazione, gli organi dei sensi scompaiono più o meno completamente, e così gli organi esterni della riproduzione, mentre le glandule genitali acquistano uno straordinario sviluppo. Negli animali parassiti interni accade presso a poco lo stesso, e spesso lo stesso apparato digerente s'atrofizza parzialmente, come nel *gordius*, o completamente, come nei cestoidi. Il medesimo genere di vita potendo poi produrre su organismi originalmente assai differenti delle modificazioni simigliari, questi organismi giungono qualche volta a presentare almeno esteriormente tale simiglianza tra loro da crederli affini. Così Cuvier aveva classificato gli elminti fra i zoofiti, e come elminti si ritennero le *lernaeae*, che sono dei crostacei, le linguatulidi, che sono degli aracnidi, come i nematidi e i gordiacei, i trematodi e i cestoidi.

Embrioni a vari stadi di sviluppo.
Testuggine, pollo, cane, uomo.

Qualche volta anche la formazione d'una conchiglia, la fissazione al suolo, diedero luogo a simili ravvicinamenti: i cirripedi furono creduti molluschi, i tunicati e i brachiopodi furono avvicinati ai lamellibranchi: errori analoghi a quelli che commette il volgo quando pone i cetacei fra i pesci e i pipistrelli fra gli uccelli.

Così come l'intendeva Cuvier, il principio della correlazione delle forme era in contradizione con molti fatti che trovano una spiegazione soltanto nella teoria della selezione. Se l'animale ha tutto ciò che gli occorre e nulla più per vivere nelle condizioni in cui si trova, non si capirebbe perchè esso possegga talora organi, che altri animali hanno sviluppati e funzionanti, allo stato rudimentale. Così si trovano talora nell'uomo allo stato rudimentale certi muscoli, che spesso mancano, ma che si trovano bene sviluppati nelle scimmie. Ora la paleontologia permette spesso di riconoscere il significato di questi organi rudimentali. Abbiamo detto della così detta glandola o corpo pineale; citeremo qualche altro fatto. Il feto umano possiede archi e aperture branchiali, che poi scompaiono quasi subito, una coda e un vello, che scom-

paieno più tardi. L'uomo adulto possiede delle ossa, che, più sviluppate, servono ai marsupiali a sostenere la loro borsa, ma che all'uomo sono inutili; possiede inoltre dei vasi sanguigni inutili a lui, ma utili agli erbivori nei quali sono più sviluppati; ha un'appendice cecale, sempre inutile, spesso dannosa; ha il terzo dente mascellare, il così detto « dente del giudizio », rudimentale, spesso assente, e che tende a scomparire, inutile, causa frequente di gravi malattie. Infine l'uomo adulto ha tre a cinque vertebre caudali o coccigee, e giova ricordare che il gibbon ne ha pur tre, e che il gorilla, l'orango e il cimpanzè ne hanno cinque. I due stiletti che si trovano ai lati della zampa del cavallo corrispondono alle due dita provviste d'ogni loro parte degli equidi terziari. Il pappagallo possiede allo stato embrionale dei denti alveolati che non si sviluppano. Ora i tre uccelli dell'età secondaria sinora noti, l'*archaeopteryx*, l'*ichthyornis*, e l'*hesperornis*, avevano dei denti conici, acuti, simili a quelli dei rettili. Finalmente si conoscono dei serpenti che posseggono sotto la pelle delle zampe rudimentali, e dei cetacei provvisti d'un bacino rudimentale sebbene sprovvisti di membra posteriori come gli altri. Altri esempi possono essere offerti, numerosissimi, dai vegetali.

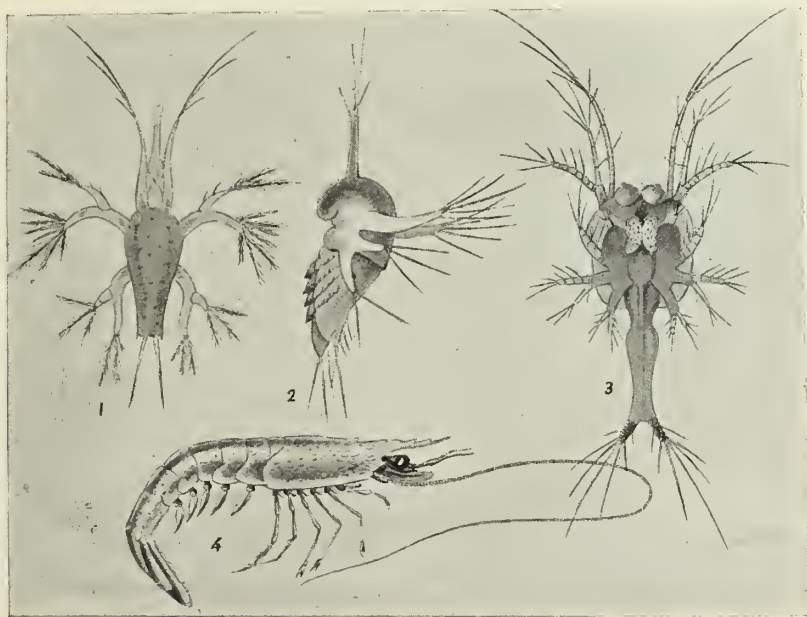
Metamorfosi d'un insetto. — Sfinge del ligustro. Bruco, crisalide, insetto perfetto.

Un altro valido argomento in prò della teoria della selezione naturale, recano i fatti del mimetismo. Moltissimi animali deboli presentano tale rassomiglianza con gli oggetti che li circondano abitualmente, che non è possibile distinguerli se non con grande difficoltà nel loro ambiente ordinario. La maggior parte dei pesci pelagici hanno tessuti incolori o del colore dell'acqua del mare: tali sono anche i radiolari, le meduse, le sifonofore, le ctenofore, le larve degli echinodermi, le larve di molti crostacei, i molluschi eteropodi e pteropodi, le forme larvali delle quali s'era fatto il genere *leptocephalus* e molti altri pesci. Alcuni palemoni sono macchiettati di bruno in modo da confondersi coi fuchi fra i quali vivono; il *cancer moenas* è spesso macchiettato di bruno, di grigio, di bianco, come la sabbia sulla quale cammina. Certi aracnidi presentano il fenomeno del mimetismo evidentissimo. Fra gli insetti le fasmidi imitano spesso, con la forma del corpo e il colore, i rami secchi o le foglie; le mantidi hanno il colore e la forma di foglie; la *gastropacha quercifolia* deve il suo nome alla somiglianza con le foglie morte; i bruchi geometri hanno degli atteggiamenti tali da essere talora scambiati per piccoli rami secchi; il *cryptorhynchus* rassomiglia alle gemme delle piante su cui vive nel Brasile; il *phyllopteryx foliatus*, molti lofobranchi, nella loro natazione, somigliano ad alghe galleggianti; gli animali che vivono fra i ghiacci e le nevi sono d'ordinario bianchi, quelli dei deserti di sabbia

di colore isabella. Talora animali innocui e rari assumono l'aspetto d'animali pericolosi, o ripugnanti, comunissimi: un ortottero, il *condylodera tricondyloides* è stato per molto tempo confuso da Westwood con una cicindela del genere *tricondyla*. Alcune farfalle del genere *sesia* hanno il colore e l'aspetto delle vespe o di altri imenotteri; onde i nomi di *trochilium apiforme*, di *sesia tenthrediniformis*, di *sesia cynipiformis*, di *sesia formiciformis*, ecc. Il *papilio hippocoon* e il *diadema antedon* dell'Africa tropicale imitano entrambi il *danais nivius*; il *papilio paradoxa* e il *papilio aenigma* dell' arcipelago Malese l' *euploea midamus*, ecc. Talora l'imitazione protettrice è limitata alla sola femmina; così la femmina del *papilio oenomaus* somiglia al *papilio liris* che appartiene a un gruppo di farfalle respinte dagli animali insettivori. I coleotteri longicorni hanno una tendenza manifesta a imitare o i teleforidi, che segregano un umore ripugnante agli uccelli, o certi cimici puzzolenti, o degli imenotteri dal pungiglione velenoso. Molti rettili innocui somigliano straordinariamente a rettili velenosi, il *tropidonotus viperinus* alla *vipera aspis*, il *pliocerus aequalis* all'*elaps fulvius*, l'*oxhyropus formosus* all'*elaps Hemprichii*, ecc. Fra gli uccelli i *mimeta* delle isole della Malesia imitano fedelmente le specie del genere *tropydorhynchus* delle stesse isole. Tutti questi fatti, ed altri consimili, dei quali Wallace fece un'ampia esposizione nel suo volume « La selezione naturale », attestano e la variabilità delle specie e la varietà dei caratteri ai quali si può applicare la selezione naturale.

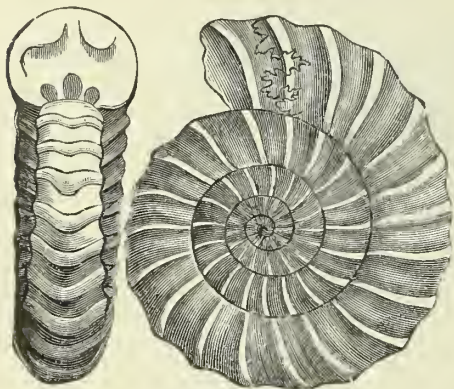
Il mimetismo, oltre che procurare una sicurezza relativa alle specie imitatrici, consente anche alle specie bellicose di dedicarsi inosservate alla loro caccia favorita. Così molte specie carnivore somigliano sino a confondersi con esse alle specie delle quali fanno preda. Altre specie, commensali o parassite di specie alle spese delle quali vivono, somigliano a queste. Le volucelle che depongono le loro ova nei nidi di imenotteri sociali somigliano ad api o a vespe. Perez, Marchal, ed altri naturalisti, notando la perfetta rassomiglianza dei bombi parassiti (*psythyrus* o *apathus*) che abitano i nidi dei calabroni, degli *stelis* che sfruttano le api lanose (*anthidium*), delle vespe assassine (*sphex*) che sfruttano gli alitti (*halyctus*), con le loro vittime, dicono sembrar esse forme degenerate che abbiano perduto l'istinto di raccogliere l'alimento e di fare il nido, e gli organi *ad hoc*, per vivere oziosamente a spese dei loro congeneri.

Tutte le parti del corpo d'un animale sono connesse fra loro grazie al mezzo nutritizio comune dal quale tutti gli organi attingono i loro alimenti, e grazie al sistema nervoso. È naturale dunque che le modificazioni d' un sistema d'organi possano indurre modificazioni d'altri sistemi. Infatti le modificazioni dell'apparato respiratorio, soprattutto quando esse implicano un cambiamento d' ambiente, determinano sempre, come affermò e comprovò Darwin, delle modificazioni correlative dell'apparato circolatorio. Così pure un organo che durante la vita embrionale cresca più rapidamente degli organi situati nello stesso campo circolatorio, volge a proprio profitto una parte del sangue che avrebbe potuto arrivare a questi ultimi e determinare un ritardo nel loro accrescimento: avviene cioè quel che Stefano Geoffroy Saint-Hilaire chiamava la legge del « *balancement des organes* ». Ora questa specie d'alta-

lena non è che il risultato della lotta per l'esistenza che in un organismo si combatte fra i diversi elementi anatomici, fra i diversi organi, come essa si combatte fra gli organismi stessi, e determina l'atrofizzazione dei più deboli e lo sviluppo esagerato di quelli che sono invece dotati della maggiore vitalità. In questi diversi casi c'è correlazione necessaria tra le forme e le dimensioni degli organi vicini; ogni modificazione che interviene ne determina un'altra. Non è la stessa cosa delle correlazioni che Cuvier mise in luce fra le diverse parti dell'apparato digerente dei mammiferi, la forma delle loro

Metamorfosi d'un crostaceo.

Penaeus villosus. — 1. Larva Nauplius. — 2. Larva Metanauplius. — 3. Larva Zoea. — 4. Animale perfetto.

membra, e le proporzioni stesse dei loro corpi. Il numero e la forma dei denti possono far prevedere nei mammiferi attuali la forma del condilo della mascella, ad oliva trasversale nei carnivori, longitudinale nei roditori, sferoidale negli omnivori, discoidale leggermente concava nei ruminanti. La lunghezza della mascella, lo sviluppo dell'arcata zigomatica, la potenza dei muscoli del collo, la dimensione delle apofisi spinose cervicali e dorsali, la lunghezza del tubo digerente, la struttura dello stomaco, le proporzioni dell'addome, il modo di terminazione delle membra in artigli o in zoccoli, l'andatura digitigrada o plantigrada, il numero delle dita, la saldatura o la libertà dei metacarpi e dei metatarsi, sono intimamente connessi, nei mammiferi placentati attuali, al regime alimentare dal quale dipende immediatamente la dentatura, sicchè un frammento di mascella può permettere a un abile anatomo di ricostruire il corpo intero. Ma queste correlazioni non hanno il carattere di necessità per lungo tempo supposto; la paleontologia mostra che esse si sono stabilite gradualmente, dopo numerosi tentativi in tutti i sensi, che non hanno lasciato sussistere se non le combinazioni più favore-

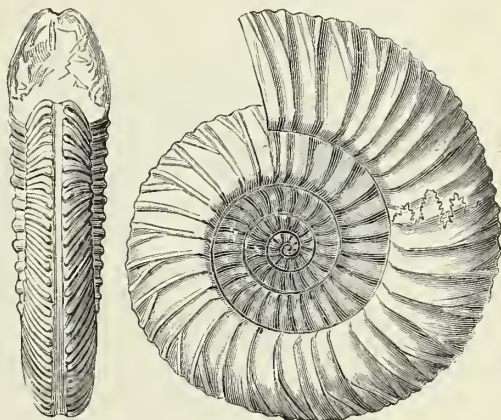
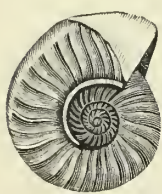
voli. È così che sono scomparse le numerose forme intermediarie fra i pachidermi, i suini e i ruminanti, che vissero nell'eocene e nel miocene; che la forma dei denti e delle zampe pare abbia variato in modo indipendente nei paleoteridi, sebbene non sia certo, secondo Maria Paulow ed altri naturalisti, che gli *anchitherium* e gli *hipparion* siano veramente gli antenati dei cavalli i di cui denti hanno una forma differente. Così è anche che non troviamo più ora alcun anello di congiunzione fra i rettili e gli uccelli. Perrier propone di chiamare correlazioni selettive queste combinazioni di carattere che oggidì troviamo costanti in un determinato gruppo zoologico, ma di cui non si può trovar la ragione che nella selezione naturale, la quale eliminò tutte le combinazioni meno utili.

Ammonites capricornus.

Altre correlazioni sono quelle che esistono fra lo sviluppo delle glandole riproduttive, la natura maschile o femminile di queste glandole, e i caratteri esterni degli animali che le portano. Così accade spesso che i maschi siano dotati d'organi di senso più sviluppati e di mezzi di locomozione più potenti, soprattutto quando, come è d'ordinario, sono i maschi che vanno in cerca delle femmine. In moltissimi crostacei (*branchipus* ed altri fillopodi, cladoceri, amfipodi, ecc.) i peli olfattivi delle antenne, e le antenne stesse, sono più sviluppati nei maschi che nelle femmine; nelle femmine del *phronima* il secondo paio d'antenne è rudimentale. Anche negli insetti (lamellicorni, longicorni, ecc., lepidotteri, imenotteri, ditteri, ecc.) le antenne dei maschi sono quasi sempre più lunghe, più sviluppate, di forma differente da quella delle antenne delle femmine. Basti ricordare le antenne del *cerambyx*, dell'*aromia*, delle farfalle notturne, della *ctenofora*. Spesso i maschi sono dotati d'agilità maggiore come nei copepodi, nei cumacei nei quali l'addome porta delle zampe natatorie che mancano nelle femmine, e negli schizopodi, crostacei come i precedenti, nei quali le zampe addominali sono meno sviluppate. Molte volte anche accade fra gli insetti che le femmine siano prive d'ali; le femmine dei longicorni del genere *vesperus* mancano delle ali inferiori, le femmine dei *lampyris*, *drilus*, *mutillus*, *psyche*, sono completamente aptere, tanto che non possono andare in cerca dei maschi; in compenso la femmina della *lampyris noctiluca* è luminosa. Così le femmine delle cicale, dei grilli, delle cavallette, sono mute; gli stridii dei maschi sarebbero dei richiami sessuali. Altri caratteri sessuali secondari sono gli organi di presa che talora determinano notevolissime differenze fra i due sessi: ricordiamo le antenne posteriori che nei crostacei branchiopodi maschi sono trasformate in uncini potenti destinati ad afferrar le femmine; gli articoli dei tarsi dei maschi negli insetti carabici più dilatati di quelli delle femmine, e provvisti di peli adesivi; le zampe posteriori della *chrysophora chrysochlora*, uno scarabeo della Colombia, e quelle del famoso *hypocephalus*, coleottero sotterraneo del Brasile, enormi nel ma-

schio, di dimensioni ordinarie nella femmina; le zampe straordinariamente lunghe, le lunghissime mandibole, la testa e il torace larghi, le elitre ristrette dei longicorni del genere *prionocalus* maschi, di forma perciò differentissimi dalle femmine. Vere e proprie armi utilizzate nei combattimenti per la conquista delle femmine sono gli uncini cartilaginei che al tempo della riproduzione portano sulla mascella inferiore i salmoni maschi, che d'altra parte, come i maschi delle razze cineree, hanno denti assai più forti di quelli delle femmine, le corna di cui sono provvisti certi sauri maschi, come il *ceratophora Soddarti*, il *chamaeleo bifurcus*, il *chamaeleo Owenii*, ecc.; gli speroni dei galli; le corna dei ruminanti; le zanne dei suini, ecc. Nelle forme superiori dell'animalità, come appare un rudimento di famiglia o di società, la guida e la difesa della comunità sono affidate ai maschi. L'intervento delle femmine nella protezione della prole si manifesta invece in organismi inferiori come i fitozoari. Le ova di molte spugne (*sycon*) si sviluppano nei loro tessuti e i soli embrioni cigliati vivono in libertà, e lo stesso accade di molti idrozoi, i giovani dei quali diventano liberi solo allo stato d'embrioni cigliati (*campanularia volubilis*, *sertularia cupressina*, ecc.), o quando posseggono già una corona di tentacoli (*tubularia coronata*): gli echinodermi incubatori sono numerosissimi (ofiuri, crinoidi, oloturie, ecc.); le femmine dei crostacei portano quasi sempre con loro le ova, e a tal uopo quelle del genere *branchipus* hanno una tasca incubatrice addominale che nelle femmine dell'*apus* è la lamella dell'undicesimo paio di zampe, e tutte le femmine dei copepodi hanno dei sacchi incubatori laterali sospesi alla base dell'addome. È noto come i ragni chiudano le loro ova in sacchi di seta che fissano a corpi estranei (epeira, agelena) o trasportano con loro (*lycosa*); ma anche nel primo caso le ova sono attentamente sorvegliate dalle femmine. Il maraviglioso istinto delle femmine di certi insetti è troppo noto perchè dobbiamo dirne a lungo.

Parkimsomi.

Ricorderemo solo le formiche. E noteremo piuttosto come le femmine degli insetti, appunto per le funzioni loro materne, protettrici, abbiano vita assai più lunga che i maschi. Questi ultimi spesso hanno la loro vita ridotta al tempo strettamente necessario per compiere la funzione della riproduzione: dalla qual cosa derivano anche notevoli riduzioni negli organi adibiti alle altre funzioni. Il maschio della zanzara comune, ad esempio, ha gli organi boccali così ridotti che gli è impossibile cibarsi. Le femmine di altri insetti acquistano dimensioni addirittura enormi rispetto ai maschi (termiti, *anergates atratulus*, ecc.), e sono nutriti da individui neutri (femmine infeconde).

Qualche volta i due sessi conducono vita affatto differente. Nella famiglia dei pranizidi (isopodi) le femmine e i piccoli vivono parassiticamente sui pesci; i maschi, dalla testa e dalle mascelle enormi, sono erranti; tanto

che era stato fatto per questi il genere *anceus*. Nella famiglia dei bopiridi (isopodi) il maschio rimane piccolissimo e nascosto sotto l'addome della femmina grossissima, un po' deforme, e fissata nella cavità branchiale di un *palaemon* (decapodi). Nella famiglia degli entoniscidi (isopodi) i due sessi hanno dapprima la conformazione normale degli isopodi; poi le femmine si fissano a qualche crostaceo nel corpo del quale si sprofondano più o meno, e allora ingrossano e si deformano al punto di diventare dei semplici sacchi dai contorni bizzarri e dei quali le membra non sono più riconoscibili. I maschi supplementari dei cirripedi, i maschi dei rotiferi, rimangono straordinariamente piccoli, e non hanno che un apparato digerente rudimentale; quelli del genere *bonellia* (chetiferi) sono così ridotti, che dai primi loro osservatori furono scambiati per infusori parassiti della matrice delle loro femmine colossali. Spesso la cura delle ova è affidata ai maschi, come accade per molti artropodi (picnogonidi), e per molti pesci (*gobius*, *chromis pater familias*, che cova le ova nella propria bocca, *solenostoma*, ecc.). Nei pesci il maschio è sempre più piccolo della femmina, ma d'ordinario ha colori più brillanti. È da notare infine che quando gli organi sessuali si atrofizzano, come accade spesso negli insetti imenotteri e nei neurotteri sociali, gli individui nei quali il fenomeno avviene, i così detti neutri, assumono dei caratteri che li distinguono dai maschi e dalle femmine. Ora i neutri non sono, come è noto, d'una sola specie. Fra le api, ad esempio, si distinguono i produttori di cera, le nutrici, i muratori. Tra le formiche e le termiti ci sono delle operaie e dei soldati, e le diverse sorta d'individui si riconoscono a determinati caratteri. Inoltre gli individui sessuali non sono punto identici sempre tra loro. In certi crostacei si hanno due sorta di maschi (*tanais dubius*, *pontoporcia affinis*). Lo stesso fatto è stato accertato per sette specie di coleotteri dei generi *xenocerus* e *mecocerus* della famiglia degli antribidi, per alcune specie di lucanidi (*odontolabis bellicosus* e *o. Cuvera*) le mandibole dei quali differiscono assai da quelle delle femmine e possono essere più lunghe o più corte. I ditisci e molte farfalle (*papilio Memnon*, *p. pammon*, *p. ormenus*, *p. turnus*) presentano invece più sorta di femmine. A questo dimorfismo in un solo sesso si può riferire il caso dei cirripedi, nei quali accanto a individui ermafroditi esistono maschi supplementari di piccola mole.

Goniatite.

Molti fra i caratteri sessuali secondari non possono tuttavia trovare una spiegazione nella loro utilità. Tali sono i brillanti colori che rivestono i maschi di molti insetti, sia a partire da una certa età (*libellula depressa*, *l. vulgata*, *l. ferruginea*), sia dalla nascita (molti *dynastes* e *goliath*, *apatura iris*, *thecla betulae*, *lycoena argus*); i colori vivaci di molti pesci maschi (*salmo salar*, *macropodus viridi-auratus*, *labrus mixtus*); la cresta dorsale dentellata dei tritoni maschi; la splendida livrea di molti uccelli paradiscidi, gallinacei, palmipedi e passeracei maschi, le caruncole, le creste dei galli, dei dindi, ecc. Questi caratteri sono puramente ornamentali; al contrario dei colori protettori spesso rappresentano un pericolo per gli individui che se ne ornano. La selezione naturale, come conseguenza della lotta per l'esistenza, non basta

più per conservarne e fissarne i progressivi perfezionamenti. Darwin per spiegarli fece intervenire un'altra maniera di selezione, la selezione sessuale; e si fonda sul fatto innegabile, che non è solo con la forza che i maschi riescono a vincere i loro rivali e ad allontanarli dalle femmine. Le femmine, per loro libera scelta, s'uniscono a certi maschi piuttosto che a certi altri. Nelle forme elevate del regno animale l'elemento psichico interviene in questa scelta: non solamente le femmine di ciascuna specie, ma anche le diverse femmine d'una medesima specie sembra posseggano una estetica particolare della quale i maschi hanno in certa misura coscienza. I dindi e i pavoni che fanno la ruota dinnanzi alle femmine, i galli cedroni che cantano, e danzano, e combattono sotto i loro occhi, i combattenti (*philomacus pugnax*), il nome volgare dei quali ricorda i loro istinti bellicosi, gli usignuoli, che, in presenza d'un rivale, cercano col proprio di coprire il suo canto, par si sforzino di far apprezzare la loro bellezza, il loro coraggio, il loro talento. Se esiste nelle femmine una preferenza per certi generi di bellezza, per certe qualità psichiche, per certe forme di talento musicale, è naturale che i maschi meglio dotati sotto questo riguardo saranno scelti a preferenza degli altri, che la loro prole sarà più numerosa, si diffonderà, si perfezionerà, e così potranno svilupparsi dei caratteri puramente estetici, inutili e fors'anco dannosi alla conservazione personale degli individui, ma che li porranno nelle migliori condizioni per la riproduzione. La correlazione dello sviluppo di questi caratteri puramente estetici con le glandule della riproduzione, e che si limitano ad un solo sesso, e talora al solo periodo della riproduzione, come le livree di nozze e il canto degli uccelli, è uno dei fatti più importanti dal punto di vista delle leggi della eredità. Essa può essere stabilita anche mediante l'esperienza. È noto infatti come l'atrofizzazione artificiale delle glandule genitali possa impedire nei maschi in via di sviluppo la comparsa degli attributi secondari del sesso. Giard ha constatato che lo sviluppo dei *bopyrus* (isopodi) nella cavità branchiale dei *palaemon*, dei rizocefali a spese dei granchi e dei paguri, e in grado minore quello degli entoniscidi, inducono nei crostacei l'atrofizzazione degli organi genitali; il fenomeno è accompagnato da mutamenti nella forma esterna che rendono difficilissima la distinzione fra maschi e femmine. I rizocefali occupano il posto che occuperebbero normalmente le ova nella femmina; essi sono oggetto da parte dell'ospite, qualunque ne sia il sesso, delle stesse cure che le femmine impartiscono abitualmente alla loro prole, e l'addome dei maschi si dilata per proteggerli in modo da

Hatteria punctata.

rassomigliare ad un addome femminile. È notevole che l'alterazione prodotta dagli entoniscidi, che si sostituiscono non già alle ova, ma alle glandole genitali, in modo da essere difficilmente riconoscibili, è meno profonda di quella prodotta dai parassiti, che determinano l'atrofia di questi organi, ma non si sostituiscono ad essi. Notiamo infine che è nelle colonie degli idrozoi che si hanno i più evidenti esempi di polimorfismo. Nei sifonofori l'asse comune porta un numero più o meno grande di parti, che funzionano come organi ed equivalgono a meduse modificate o a porzioni di meduse. In un cormo di sifonoforo si distingue una porzione anteriore locomotiva o nectosoma, e una posteriore nutritiva e generativa o sifosoma. Nel nectosoma si distinguono i pneumatofori e i nectocalici; nel sifosoma i sifoni o gastrozoidi, con bocca e stomaco, i palponi senza bocca, i cistoni escretori; alla base dei sifoni sono i filamenti pescatori urticanti, ed i gonofori coi prodotti sessuali.

Phalangiste.

Nel caso abbastanza frequente in cui lo sviluppo dei caratteri sessuali ha per risultato l'adattamento del maschio all'ufficio che deve compiere rispetto alla femmina, si ha in qualche modo una specie di adattamento reciproco degli individui dei due sessi. Non meno frequenti sono gli adattamenti fra animali di differente specie; ne esistono persino fra animali e vegetali, e sono in rapporto con l'alimentazione o con la respirazione o con la locomozione o con la protezione dell'individuo, o anche con due o più di queste funzioni insieme. Talora hanno carattere largo di generalità nel senso che si riferiscono ai rapporti d'una data specie con tutto un gruppo d'altre specie; tal'altra sono così particolari da legar strettamente due specie. Così si hanno già degli infusori cigliati che si cibano di sostanze vegetali, altri che sono carnivori, e si distinguono facilmente all'armatura boccale; così gli echinidi endociclici provvisti d'apparato masticatore sono erbivori, i bilaterali invece, gli spatangidi, sprovvisti di mascelle, vivono dei detriti d'ogni sorta che sono nella sabbia di cui il loro apparato digerente è sempre pieno; i chilopodi, miriapodi carnivori, e i chilognati erbivori, hanno l'apparato boccale differente, e i primi hanno il primo paio di zampe trasformato in uncini velenigeni; fra gli insetti la forma dell'apparato boccale può bastare a caratterizzare intere famiglie, specialmente fra i coleotteri; i vermi carnivori hanno la parte anteriore dell'apparato digerente armato o di uncini prensili simili a mandibole (anellidi), o di stiletti velenosi (nemertini), o di lamelle cornee (sanguisughe), mentre gli erbivori sono inermi; infine, per non dir d'altri, la lingua o radula dei gasteropodi è sufficiente a distinguere i carnivori dagli erbivori, come son sufficienti il becco e le unghie per gli uccelli, i denti pei mammi-

feri. Ma non basta: il regime alimentare può dar luogo ad adattamenti anche più speciali. Basterebbe per rendersene conto studiare la conformazione boccale degli imenotteri la di cui alimentazione varia dalla carne e dai frutti (vespe) al nettare dei fiori (api), con la guida del bel lavoro di Giovanni Chatin.

I resultati dell'embriologia, vale a dire della scienza che studia lo sviluppo individuale dall'uovo alla forma adulta, concordano anch'essi interamente con le ipotesi della teoria darwiniana.

L' embriologia è scienza si può dir tutta del secolo XIX. Per molto tempo, e persino da Leibnitz, da Haller, da Bonnet, da Cuvier, si era creduto che l'essere vivente fosse contenuto tutto intero nel germe, e che le sue trasformazioni consistessero in un accrescimento delle sue parti e nel fatto che i suoi organi prima microscopici, invisibili, diventassero visibili. Appena Wolff nel 1759, nella sua « *Theoria generationis* », aveva osato combattere la ipotesi che i fatti già smentivano.

Uccello di Paradiso o Paradisea.

Era riservato a von Baer far trionfare, molto tempo dopo, le idee di Wolff, fondando l'embriogenia comparata. Carlo Ernesto von Baer nacque nel 1792 a Piep nell'Estonia, ed ebbe a Dorpat nel 1814 il diploma di dottore. Insegnò zoologia e fu direttore dell'Istituto Anatomico a Koenigsberg, poi, nel 1834, fu chiamato in Russia, e per tren'anni insegnò zoologia e anatomia nell'Accademia di Pietroburgo. Poi ritornò a Dorpat dove la morte lo sorprese, la penna alla mano, nel 1876. La sua opera principale è la « Storia dello sviluppo degli animali » (1828-1838). Valente embriologo fu pure Stefano Agostino Serres, nato a Clairac nel 1787. Dottore in medicina nel 1810, medico capo alla Pietà a Parigi nel 1822, la sua « Anatomia comparata del cervello » (1828) gli valse la croce della Legion d'onore e la nomina di membro dell'Accademia delle Scienze. Nella memorabile disputa fra Cuvier e Geoffroy Saint-Hilaire prese arditamente le parti di quest'ultimo, e giovò molto allo sviluppo delle sue idee, specialmente coi suoi scritti sull' « Organogenia » (1842), tutti in favore dell' unità di composizione e del trasformismo. Morì nel 1866. Contribuirono allo sviluppo dell'embriogenia, oltre i già citati, Giovanni Coste, nato nel 1807 a Castries, morto a Gacé nel 1873, con le sue « Ricerche sulla generazione dei mammiferi e sulla formazione degli embrioni » (1834), col suo « Corso d'embriogenia comparata » (1837), colla sua « Storia generale e particolare dello sviluppo dei corpi organizzati » e le « Ricerche sulla fecondazione artificiale »; Francis Balfour, nato nel 1851

ad Harrow, in Scozia, morto nel 1882 tentando l'ascensione d'uno dei contrafforti del Monte Bianco, reso già celebre per le sue ricerche embriologiche iniziate nel 1875 nella Stazione zoologica di Napoli, autore di un « Trattato di embriologia e organogenia comparate » (1879-1881) veramente classico, e d'infiniti minori lavori d'embriologia; A. Barthélemy, nato a Mirepoix nel 1831, morto a Tolosa nel 1885, autore di un celebrato volume sulle « Metamorfosi dei lepidotteri », nel quale per primo formulò la teoria dell'ermafroditismo dell'uovo; Francesco Gasco, nato a Savigliano, morto a Roma nel 1894, autore di pregevolissime opere di embriologia e di anatomia comparata, e di studi notevoli sullo sviluppo e sulla fecondità dell'ova degli amfibi, e sugli echinodermi, autore d' un discorso (1885) sulla influenza della biologia sul pensiero moderno, che levò grande rumore; P.-J. von Beneden, nato a Malines nel 1809, morto a Loranio nel 1894, fondatore della Stazione zoologica di Ostenda, autore di studi notevolissimi sui polipi idrari, sulla generazione alternante, sullo sviluppo, le metamorfosi e le migrazioni dei vermi parassiti, e che vecchio, quando non gli fu più possibile continuare gli studi microscopici, si diede a ricerche feconde di mirabili risultati sui cetacei fossili e viventi; Carlo Vogt, nato a Giessen nel 1817, morto a Ginevra nel 1895, coi suoi bei lavori sull'organizzazione dei molluschi d'acqua dolce, sullo sviluppo embrionale dell'*acteon viridis*, sull'anatomia dei salmonidi, ecc., già compagno d'Agassiz nelle sue ricerche sui ghiacciai, ben noto anche per pregevoli scritti di scienza popolare; M. Balbiani, nato nel 1823 all'Avana da famiglia comasca, morto a Meudon nel 1899, che insegnò embriogenia comparata al Collegio di Francia, lasciò importanti lavori di embriogenia, zoologia, fisiologia e anatomia, e fondò nel 1897 col Ranvier gli « Archivi di anatomia microscopica »; Salvatore Trinchese, nato a Mariano Leccese nel 1836, morto a Napoli nel 1897, noto per le sue belle ricerche sui molluschi del genere *æolidia*, per le importanti scoperte embriologiche; Tommaso Huxley, uno dei più grandi naturalisti del secolo, nato a Caling nel Middlesex nel 1825, morto a Londra nel 1895, che viaggiò sulla nave inglese « *Rattlesnake* » dal 1847 al 1850 lungo le coste orientale e settentrionale dell'Australia, autore d'importanti studi sugli idrozoari oceanici, delle ben note opere « Del posto dell'uomo nella natura », « Principii fisici della vita », « Le scienze naturali e i problemi che fanno sorgere », « Manuale dell'anatomia degli animali vertebrati » e specialmente di quel meraviglioso volume che è « Il gambero — Introduzione allo studio della zoologia »; Kölliker, con la sua « Embriologia dell'uomo e degli animali superiori »; Hertwig, col suo bel « Trattato d'embriologia dell'uomo e dei vertebrati »; Haeckel col suo « Saggio di psicologia cellulare », la celebrata « Storia della creazione naturale » e le sue opere minori; Duval col suo « Atlante d'embriologia »; Roule con la sua « Embriologia generale », ecc.

Uno dei fatti meglio accertati dalla embriogenia si è che gli embrioni degli animali aventi un medesimo piano di struttura, sono somigliantissimi fra loro, e presentano gli stessi abbozzi d'organi, e che il corso dei loro fenomeni evolutivi, salvo poche eccezioni, presenta una analogia tanto più grande quanto più le forme adulte appartengono a gruppi vicini. Ora questo conferma

in modo non dubbio l'ipotesi della discendenza degli organismi da una forma unica e la ipotesi dei differenti gradi di parentela. Se i gruppi di diverso valore, che corrispondono alle divisioni ed alle suddivisioni delle nostre classificazioni, derivano geneticamente da forme fondamentali più o meno lontane, la storia dello sviluppo individuale offrirà tanti più punti di contatto quanto più le forme saranno vicine per la loro origine. Questa legge generale non è punto infirmata dal fatto che nei diversi gruppi specie vicine seguono nella loro evoluzione una via divergente, le une arrivando direttamente allo stato adulto senza passare per lo stato di larva, le altre dopo aver attraversato i diversi stadi della metamorfosi, o anche della generazione alternante, come le meduse, i distomi, i polistomi, i crostacei d'acqua dolce, i decapodi marini, ecc., giacchè lo sviluppo diretto non è che una forma secondaria che deriva appunto dalla metamorfosi o dalla generazione alternante. Al contrario si constata nella regola che animali lontanissimi e viventi in condizioni biologiche assai differenti, concordano in modo singolare nella loro evoluzione post-embrionale per un periodo più o meno lungo, sebbene possano differire pel modo con cui l'embrione si sviluppa. Questi fatti si spiegano coi fenomeni dell'adattamento, che esercita la sua influenza non solo sulla forma adulta, ma anche durante tutte le fasi dello sviluppo, e determina delle modificazioni che si trasmettono per eredità negli stadi corrispondenti della vita dell'animale o che possono anche essere relegati negli stadi anteriori. Quindi è che non tutte le forme larvali corrispondono a stadi della vita degli ascendenti, ma rappresentano stadi evolutivi considerevolmente modificati dall'adattamento.

Dinornis ed Apterix.

I fenomeni delle metamorfosi attestano che l'adattamento delle forme giovani alle loro condizioni di vita è completo come quello delle forme adulte: essi ci dicono perchè talora le larve d'insetti appartenenti ad ordini differenti presentano fra loro una grande somiglianza, mentre invece nei limiti d'uno stesso ordine possono differire assai. In generale, se nell'evoluzione d'un indi-

viduo si manifesta un progresso deciso dal semplice al complesso con la divisione graduale del lavoro fisiologico, in casi speciali, tuttavia, i fenomeni evolutivi possono condurre ad un regresso, tale da dover considerare la forma adulta come situata più in basso nella scala degli esseri della sua forma larvale. Questa metamorfosi regressiva, che si riscontra nei cirripedi e nei crostacei parassiti, non fa punto un'eccezione alla teoria della selezione, poichè l'atrofizzazione e persino la scomparsa degli organi può essere utile all'organismo, quando le condizioni vitali vengono ad essere semplificate, come appunto nel caso del parassitismo. E si può dire altrettanto dei rapporti fra lo

Mus decumanus.

sviluppo ontogenetico e la gradazione successiva degli organismi nella classificazione. Numerosi esempi mostrano che nelle fasi successive della vita fetale si riflettono ugualmente caratteri dei gruppi più semplici come dei più perfetti del medesimo tipo. Nei casi di sviluppo libero complesso per metamorfosi, la di cui comparsa è correlativa ad una semplificazione eccessiva dello sviluppo nell'interno degli involucri dell'uovo, i rapporti delle fasi larvali successive coi gruppi più affini del sistema, coi generi, con le famiglie e con gli ordini, sono talora notevolissimi. I mammiferi, ad esempio, presentano nei primi periodi della loro evoluzione embrionale rudimenti di organi che persistono tutta la vita nei pesci inferiori e, un po' più tardi, certe particolarità dell'organizzazione, che corrispondono a disposizioni costanti negli amfibi. Il cuore d'un mammifero nell'embrione è prima un semplice sacco come il cuore di certi molluschi, poi si curva ad *S*, presenta un seno con ventricolo come quello dei pesci, poscia assume la forma del cuore di un amfibio, e finalmente acquista la sua forma definitiva. Altri esempi abbiamo citato già accennando agli organi rudimentali.

La rana, nel principio della sua metamorfosi, ha una forma, una organizzazione, una maniera di locomozione, che ricordano il tipo pesce, e passa

per una serie d'altre fasi che rivelano i caratteri d'altri ordini d'amfibi, dei perennibranchi, delle salamandre, e di qualcuna delle loro famiglie. La rassomiglianza incontestabile da una parte tra le fasi successive dello sviluppo dell'individuo, e dall'altra fra i gruppi viventi, ci autorizza a constatare tra l'evoluzione dell'individuo e l'evoluzione delle specie un parallelo che non trova, bisogna pur dirlo, che un'espressione insufficiente nei rapporti dei gruppi, e che non può essere stabilito se non coi fatti che ci offre la paleontologia. Questo parallelo, che naturalmente ha nei particolari qualche eccezione più o meno importante, si spiega con la teoria della discendenza, secondo la quale,

Mus rattus.

come Müller nel suo bel libro « Per Darwin » (1861) ha così bene dimostrato, la storia dell'evoluzione individuale è una ripetizione rapida ed abbreviata, una specie di riassunto dell'evoluzione della specie. Haeckel ha dato a questo fatto, che egli scoprì contemporaneamente a Müller, il nome di « legge biogenetica fondamentale ».

Non meno importanti prove in appoggio della dottrina della lenta trasformazione delle specie, e dello sviluppo successivo dei generi, delle famiglie, degli ordini, ecc. con la variazione delle forme specifiche ci forniscono i resultati delle ricerche geologiche e paleontologiche. I primi lavori al riguardo si debbono a Hilgendorf (1866). Egli, continuando gli studi di certe piccolissime conchigliette del genere *planorbis* che si trovano in numero enorme nei calcari del miocene superiore di Steinheim, di forme svariatissime, e che Bronn aveva riunite sotto il nome di *paludina multiformis*, trovò tutte le transizioni fra le diverse forme, e poté dimostrare come esse derivino le une dalle altre: ciò che confermò Hyatt (1889). Nella sua importante memoria « La serie delle forme dell'*ammonites subradiatus* » (1869) Waagen descrisse un grande numero di forme affini che riunì sotto il nome generico di *oppelia*, e richiamò pel primo l'attenzione dei paleontologi sur una distinzione importante. Le variazioni dell'*oppelia* sono in fatto di due sorta. Le une si pro-

ducono da una località all'altra in strati della stessa età, e furono da Waagen dette « variazioni »; le altre si manifestano quando si esamina gli strati successivi d'una stessa località, e furono dette « mutazioni ». Waagen stabilì la discendenza di tutte queste specie nel tempo, e le loro variazioni secondo le località. Un altro lavoro classico fu quello di Neumayr (1875) sulle paludine del miocene superiore. Poi vennero le belle ricerche di Hyatt e di Buckman sulle ammoniti, di Hoernes sui molluschi del genere cancellaria, di Penecke sulle unionidi degli strati di Slavonia, di Davidson e di Oehlert sui brachiopodi, di Saporta sui vegetali considerati come gli antenati delle forme attuali... Infine la reazione contro la tendenza antica a moltiplicar senza limite il numero delle specie andò sempre più generalizzandosi, e in breve i paleontologi, studiando minuziosamente le variazioni che si manifestano per ciascuna forma distinta, stabilirono delle serie di forme tenendo conto delle varietà e delle mutazioni. Ora il principio della selezione naturale spiega come le variazioni individuali s'accumulino e si esagerino nei discendenti d'una stessa forma, al punto di produrre dapprima delle varietà e poi delle specie distinte. Si oppose, è vero, che, se le specie derivano gradualmente le une dalle altre, si dovrebbe sempre trovare fra esse i tipi intermediari, e i due regni dovrebbero presentare una serie rigorosamente continua di forme. Ma il principio stesso della selezione naturale suppone che le forme intermediarie non possano sussistere a lungo, poichè esse si trovano per così dire prese tra due fuochi; è dunque naturale che non si trovi, nella natura attuale, le forme di passaggio tra le diverse specie, salvo nel caso in cui si assista alla comparsa d'una forma nuova la di cui evoluzione non è compiuta: ed è ciò che accade realmente in casi che il progresso delle osservazioni rende sempre più numerosi. Un'altra obbiezione è questa. Esaminando gli strati geologici successivi si dovrebbe sempre poter trovare fra due specie distinte i tipi di passaggio, sia sotto forma di varietà locali, sia sotto forma di mutazioni. Ora la paleontologia, si diceva e si credeva, non fornisce tali indicazioni. Ma Darwin stesso rispose opponendo la insufficienza dei documenti geologici,

Alce.

insufficienza che deriva e dalle difficoltà che si opposero alla fossilizzazione degli esseri che vissero nelle età lontane, e dalla rarità relativa dei materiali acquisiti. D'altra parte gli studi e le ricerche più recenti hanno aumentato considerevolmente questi materiali, e le forme di passaggio conosciute sono ogni giorno più numerose.

Ecco alcuni fatti. L'*ammonites capricornus*, fossile caratteristico del lias, è il punto di partenza d'una quantità di variazioni, che Schlottheim aveva già riconosciuto come varietà, e che in parte eran state descritte come specie distinte L'*ammonites amaltheus*, pure del lias, presenta un numero di varietà così considerevole, che non c'è un solo, si può dire, de' suoi caratteri, che rimanga costante: le forme liscie e quelle irte di creste, le forme giganti e le forme nane, si alternano le une alle altre. L'*ammonites Parkinsonii*, del giurassico, varia talmente che si potrebbe considerare come un gruppo di specie affini. Ora già prima della pubblicazione del libro di Darwin sull'« Origine delle specie », Quenstedt aveva affermato i rapporti generici diretti delle differenti ammoniti in strati successivi. In seguito numerosi paleontologi li confermarono. Würtemberger fra gli altri provò l'esistenza d'una intera serie di forme di transizione fra i gruppi delle ammoniti planulate e delle armate, e mostrò come le coste piane delle prime passino insensibilmente alle irte di punte delle seconde. Il modo con cui la transizione si compie è interessantissimo: le modificazioni appaiono prima nell'ultimo giro della spirale, da principio in una parte limitatissima, poi sempre più notevoli negli individui degli strati più recenti, e s'avvicinano sempre più al centro, tanto che è nei giri interni della spirale che il tipo delle forme antiche persiste più a lungo. I gruppi delle ammoniti ai quali si attribuisce l'importanza di generi o di famiglie sono anche essi strettamente uniti da anelli di congiunzione. Le goniatiti a lobi angolosi e non dentati, ma col collo del sifone d'ordinario girato al di sotto, somigliano ancor molto ai nautilidi, da cui probabilmente derivano, ed appaiono dapprima nel devoniano. Da esse derivano le ceratiti a lobi a denti semplici e a selle liscie, ma col collo del sifone girato al di sopra, e da queste le ammoniti a lobi dentati tutt'attorno e fessi obliquamente. Le ammoniti continuano sino al cretaceo, nel quale scompaiono con numerose forme a conchiglia svolta e a spira irregolare, come le

Filippo De Filippi.

Fiore di primula.

scafiti, le hamiti, le turriliti, ecc. Anche Gemmellaro con le sue ricerche sulla fauna della Sicilia, come Waagen con quelle sulla fauna dell'India, contribuirono allo studio dell'evoluzione dell'ammonite. Per rimaner nei limiti che ci sono imposti, aggiungeremo solo che fra gli echinodermi il gruppo dei cistidei comprende forme che debbono aver dato origine ai tipi ora così ben definiti degli asteroidi, degli echinoidi, e dei crinoidi; che fra i vertebrati si conoscono delle transizioni fra i rettili e gli amfibi; che i crocodilidi, i lacertilii, ecc. più antichi erano meno differenziati delle forme viventi, e si avvicinavano assai più al tipo infimo della classe rappresentato attualmente dal genere *hatteria* e dall'unica specie *hatteria (splenodon) punctata* della Nuova Zelanda; che gli uccelli più antichi avevano dei caratteri rettiliani assai pronunciati; e finalmente che si conoscono le forme primitive delle piante gimnosperme e angiosperme.

Abbiamo detto che la scarsezza dei materiali spiega in parte le lacune e toglie assai d'importanza all'obbiezione opposta alla teoria dell'evoluzione. Dobbiamo tuttavia constatare che non è sufficiente: essa non spiega, ad esempio, perchè gli acefali non si trovino nel cambriano mentre i gasteropodi vi sono numerosi, e perchè appaiano improvvisamente nel siluriano medio con forme multiple e che hanno già tutti i caratteri essenziali del gruppo; non spiega neppure perchè in epoche più recenti esistano notevoli lacune tra le famiglie, in gruppi nei quali i rappresentanti fossili sono numerosissimi e ben conservati. Sia che si esamini la scala degli esseri nel tempo, o che si studi in un'epoca qualsiasi l'insieme delle forme contemporanee, pare che la natura voglia smentire la formula considerata da lungo tempo come un assioma: *natura non facit saltum*. La continuità talora è evidente al punto da rendere quasi impossibili le scissure in gruppi determinati, per esempio fra le specie d'un grande genere; ma gli anelli di congiunzione diventano sempre più rari fra i generi, le famiglie, gli ordini, le classi. In certi momenti, come dice Eimer nel suo libro sulla «Origine delle specie» (1887), pare che l'evoluzione abbia proceduto per salti sempre più bruschi. V'è maggior differenza fra l'acefalo e il gasteropodo che più si rassomigliano, che fra i due estremi della serie degli acefali o i due estremi della serie dei gasteropodi. Fra i rettili e i mammiferi non si conoscono che due o tre forme intermediarie dubbie e aberranti. Ora, se la comparsa di quest' ultimo tipo fosse stata lenta come la sua ulteriore evoluzione, migliaia di forme di passaggio avrebbero dovuto esistere in una lunga serie di strati geologici, e non sarebbe ammissibile che avessero lasciato sì poche tracce. Una grande parte dei fautori della scuola trasformista attuale interpreta questi fatti importanti ammettendo appunto che l'evoluzione abbia potuto talora farsi con straordinaria rapidità: è l'ipotesi della *saltation* sostenuta specialmente da Cope e da Haldeman, per la quale si avrebbe avuto in qualche modo una specie di accumulazione di forze progressive, mentre le forze conservatrici cedendo bruscamente avrebbero lasciato prodursi l'evoluzione preparata per una serie di generazioni. Questa nozione della discontinuità dell'effetto, non ostante la continuità dello sforzo, ha numerosi esempi nell'insieme delle forze fisiche; ma noi non insisteremo su essa, trattandosi di una teoria che solo da pochi anni fu scientificamente formulata.

Verso la fine della sua vita Darwin s'era convinto che la selezione na-

turale, pur tanto potente per la fissazione delle variazioni e la produzione delle divergenze, era insufficiente per spiegar la causa di queste variazioni, e non era il solo fenomeno che avesse parte nel meccanismo dell'evoluzione, mentre Wallace, più darwinista di Darwin, attribuiva alla selezione un'influenza esclusiva. Lamarck, invece, attribuiva una influenza preponderante alle condizioni dell'ambiente, a quella che Ball disse « eredità d'esercizio ». Ora le idee di Lamarck furono di recente riprese dallo Spencer, da Semper, da Cope, nelle opere precedentemente menzionate e dalla scuola dei così detti neo-Lamarckisti americani. Spencer insiste su gli effetti dell'uso e del disuso, e mostra che piccolissime variazioni nella forma d'un organo non possono essere punto utili all'individuo, e quindi accolte dalla selezione naturale. Questa importante questione delle cause della variazione delle forme organiche, che Riley (1888) ha trattato a fondo, dà luogo specialmente a due quesiti. — Vi sono realmente delle modificazioni individuali che siano direttamente dovute alle variazioni dell'ambiente? Tali modificazioni possono essere trasmesse per eredità? — La risposta affermativa al primo quesito è stata data specialmente da Semper, che la fonda su molti esempi offerti dai molluschi. Le esperienze recenti fatte sui vegetali, soprattutto dalla scuola botanica francese, mostrano nella struttura delle piante delle variazioni importanti e rigorosamente determinate, che s'osservano ugualmente bene nelle forme elevate come nelle inferiori. Fatti di quest'ordine costituiscono la base dei metodi applicati ovunque per la trasformazione dei microbi patogeni in vaccini. Esperienze fatte su esseri ben più elevati nella organizzazione, da Whitfield, da Semper, da Clessin, da Dall, da Bandon, e segnatamente da Locard, del quale può essere consultato il bel volume « L'influenza dell'ambiente sullo sviluppo dei molluschi » (1892), hanno mostrato che nei molluschi si possono ottenere delle variazioni importanti semplicemente modificando le dimensioni dell'ambiente, la sua agitazione, la sua pressione. Ora queste osservazioni si spiegano difficilmente con la teoria di Weismann, accettata da Wallace, sulla non eredità dei caratteri acquisiti, a proposito della quale possono essere consultate l'opera di Weismann stesso «Saggio sull'eredità e la selezione naturale» (1899), l'opera di Ball « Gli effetti dell'uso e del disuso sono ereditari? » (1890), e numerosi articoli di Vines, Turner, Osborn, Myvart, Ryder, Lankaster, e dello stesso Weismann in « *Nature* » e nell' « *American Naturalist* » (1889-1890-1891). È certo tuttavia che le variazioni prodotte direttamente e artificialmente

Lythrum salicaria.

non sono d'ordinario fissate abbastanza fortemente perchè, con un ritorno alle condizioni primitive, il tipo modificato non possa pur ritornare al tipo primitivo. È ciò che accade a proposito delle celebri esperienze di Schmankewitz (1877) sulla *artemia salina*. Questo crostaceo fillopodo vive d'ordinario nelle acque salmastre: allevato in acque sempre più dolci, s'evolve gradualmente, e in capo ad alcune generazioni è trasformato in una forma differentissima, descritta sotto il nome di *branchipus stagnalis*, e che vive normalmente nelle acque dolci. Aumentando invece la salsedine delle acque, si può trasformare l'*artemia salina* nell'*artemia Milhauseni* che vive abitualmente nelle acque marine, e viceversa. È evidente che in questo caso da una parte la variazione non è sufficientemente fissata perchè non sia possibile il ritorno al tipo primitivo, qualunque esso sia fra le tre specie; ma d'altra parte i caratteri acquisiti sono ereditari, poichè in un determinato mezzo ciascuna di queste tre forme si continua con sufficiente costanza per essere considerata come una vera specie.

Se si confrontano le diverse faune e flore che si sono succedute nei differenti periodi geologici, si vede, come abbiamo già detto accennando alla storia della paleontologia, che esse avvicinandosi alla fauna ed alla flora attuale offrono un progressivo sviluppo. I terreni più antichi del periodo paleozoico, le rocce del quale sono per la massima parte metamorfiche, e che, a giudicarne dal loro enorme spessore, richiesero per formarsi un periodo di tempo del pari enorme, non offrono, a non tener conto del problematico *eozoon canadense* del laurenziano, alcuna traccia di fossili, sebbene la presenza di schisti bituminosi indichi già sin d'allora la esistenza di materie organiche. Nei primi strati dell'epoca paleozoica propriamente detta, non si trova fra i vegetali che crittogame, alghe soprattutto, che coprivano di meravigliose foreste il fondo dei mari sterminati, animati da zoofiti, da molluschi, da brachiopodi, da crostacei, da pesci infimi. Solo nel terreno carbonifero, se si eccettuino gli insetti e gli scorpioni fossili del siluriano, appaiono gli avanzi di animali terrestri, insetti, aracnidi, batraci a scheletro cartilaginoso; poi, nel permiano, sono i rettili simili a grosse lucertole, mentre dominano ancora i pesci selaci e ganoidi, e le crittogame vascolari. Durante il periodo mesozoico le lucertole, come le conifere e le cicadee, già apparse nel carbonifero, acquistano tale importanza, che si potrebbe definirlo come il periodo dei sauri e delle gimnosperme. Appena nel trias superiore e nel giurassico si trova qualche mammifero appartenente al gruppo infimo, al gruppo dei marsupiali, e nel cretaceo appaiono le prime fanerogame, i primi pesci ossei. Ma è soltanto nell'epoca cenozoica che le fanerogame e i mammiferi compaiono, e si svolgono, sino ai gruppi più elevati... Vale a dire, dunque, che gli archivi geologici, sebbene imperfetti, dànno prova evidente di uno sviluppo progressivo dai gradi infimi ai più complessi ed elevati della organizzazione, di un perfezionamento progressivo nella successione dei gruppi.

Una delle conseguenze che più sicuramente derivano dalla teoria della discendenza si è questa: che, se la teoria è vera, le specie nuove debbono essere all'inizio rappresentate da un gruppo d'individui riuniti in una limitata regione della terra, dalla quale poi si diffonderanno, moltiplicandosi, gli

Piante carnivore.

1. Nepenthes Phyllamphora. 2. Sarracenia flava. 3. Sarracenia purpurea. 4. Sarracenia rubra.
5. Drœsera rotundifolia. 6. Darlingtomia calirfonica. 7. Dionæa muscipula.

individui in tutte quelle regioni nelle quali la loro organizzazione, qualche volta parzialmente modificata, assicura ad essi la vittoria nella lotta per l'esistenza contro le specie affini. Si può, con Alfonso Milne-Edwards, ritenere come punto di partenza di queste specie la regione nella quale si trovano riuniti i rappresentanti più numerosi e più variati del tipo di cui esse sono delle modificazioni secondarie. Ammessa questa regola d'espansione delle specie, essa implica, per quel che si riferisce alla distribuzione geografica degli animali, delle conseguenze che verificheremo brevemente.

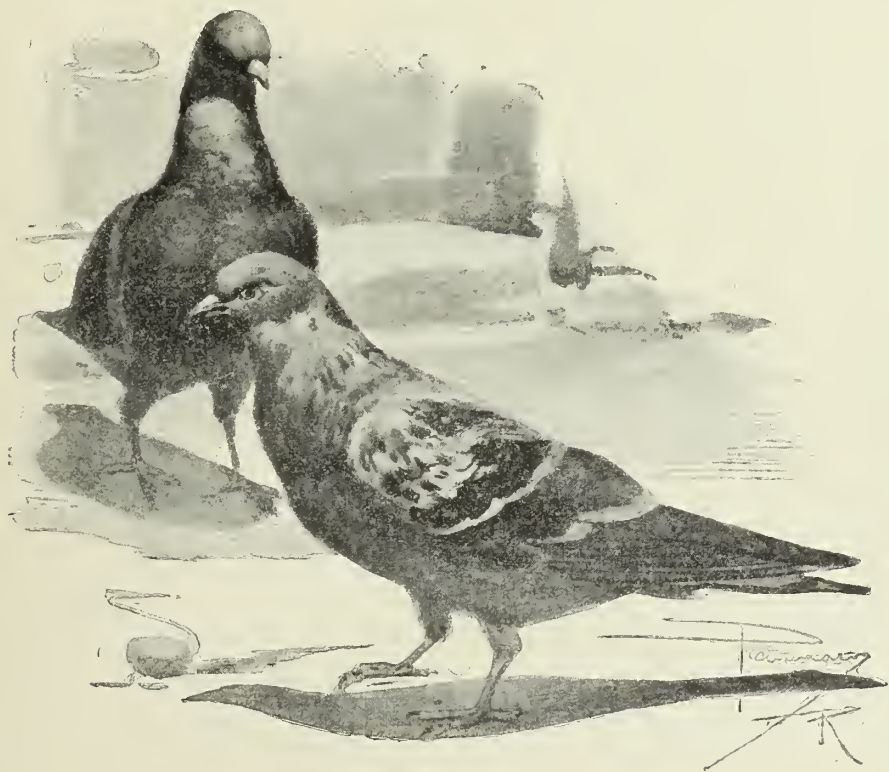
Anzitutto notiamo che a Sclater spetta il merito d'aver stabilito su basi naturali le così dette province zoologiche, concordanti con la ripartizione geografica delle faune e delle flore. Esse sono sei: la regione paleoartica (Europa, Asia Minore, Africa settentrionale sino alla catena dell'Atlante), la neoartica (Groenlandia e America settentrionale sino al centro del Messico), la etiopica (Africa al sud dell'Atlantico, Madagascar, isole Mascarenhas), la indiana (paesi dell'Asia al sud dell'Himalaya, Ceylan, Indocina, Cina meridionale, arcipelago Malese, Filippine), la Australiana (Australia, isole del Pacifico, Molucche sino a Lombok inclusa), e la neo-tropicale (America del Sud, Antille, sud del Messico). Huxley osservò per altro che le quattro prime regioni hanno fra loro una rassomiglianza assai più grande di quella che ciascuna di esse ha con l'australiana e la neo-tropicale; che la Nuova Zelanda, per le particolarità della sua fauna, dovrebbe formare una regione distinta accanto a queste due ultime; e che è necessario stabilire una regione circumpolare. Wallace ammette le sei regioni di Sclater pur constatando che esse non hanno tutte la medesima importanza. Murray (1866) ammetteva quattro sole regioni: la paleoartica, l'indo-africana, l' australiana e l'americana; Rütimeyer (1867) aggiunse alle sei regioni di Sclater una provincia circumpolare ed una provincia mediterranea; Allen propone otto regni: il regno artico, il settentrionale temperato, l'americano tropicale, l'indo africano tropicale, il sud-americano tropicale, l'africano temperato, l' australiano e l'antartico.

Una prima conseguenza dell'applicazione della teoria della discendenza e della regola d'espansione suaccennata alla distribuzione geografica degli organismi, è naturalmente che nei mari aperti dove essi incontrano dappertutto le stesse condizioni di vita, le specie debbano occupare delle aree di ripartizione molto vaste. Infatti moltissime specie pelagiche, e quasi tutte le specie abissali, sono presso che cosmopolite: certi echinodermi, certi molluschi, si trovano nel mar Rosso, come nell'oceano Indiano, sulle coste delle isole del Pacifico e persino sulle coste del Giappone e della California. Un'altra conseguenza si è che barriere anche di poca importanza, purchè antiche, debbano mantener separate faune distinte. Infatti il Mediterraneo, di formazione recente, e comunicante coll'Atlantico, non ha nel suo bacino continentale che specie viventi sulle coste della Spagna e del Marocco, mentre non ne ha affatto di comuni col mar Rosso. Così anche le faune marine a oriente e ad occidente dell'istmo di Panama sono assolutamente distinte.

Le forme viventi debbono modificarsi più rapidamente sulle coste che presentano condizioni di vita assai diverse; quindi sulle rive si debbono tro-

vare le forme specifiche più numerose e più recenti, ciò che pure si verifica. La mancanza d'isole in un oceano deve essere una condizione sfavorevole alla diffusione delle specie, e le sue rive opposte debbono aver faune distinte. È ciò che mostrano le due rive dell'Atlantico, mentre le numerose isole del Pacifico offrono alle forme litorali , agli embrioni nuotanti, delle stazioni favorevoli alla loro diffusione, favorita anche dalle correnti che ne lambiscono le coste. Naturalmente queste regole non si possono applicare alle specie marine antichissime la di cui area di diffusione aveva già raggiunto una grande estensione prima che i continenti e i mari avessero la disposizione attuale. Queste specie possono ora abitare località assolutamente separate le une dalle altre, senza alcuna comunicazione, come i limuli, artropodi branchiati, le di cui specie molto affini si trovano alle Molucche *(limulus moluccanus)*, al Giappone *(l. longispinus)* e sulle coste occidentali dell'America settentrionale *(l. polyphemus)*. L'area di diffusione delle forme relativamente recenti deve essere invece presso che continua, come lo provano gli sfenisci, palmipedi impenni, che partendo dalle vicinanze della Terra Vittoria, e favoriti dalla corrente di Humboldt, passarono, come provò Milne Edwards, ad occidente del capo Horn, e andarono lungo le coste Magellaniche dell' isola Ciloe, del Cile, del Perù, delle isole Gallapagos, dando origine alle forme note sotto i nomi di *spheniscus demersus, s. magellanicus, s. Humboldtii, s. mendicatus.* Quando dei laghi si sono gradualmente separati dal mare, una parte della loro fauna deve aver persistito adattandosi alle nuove condizioni di vita. Infatti la fauna dei laghi Wener e Wetter comprende soprattutto esseri affini a quelli dell'oceano glaciale Artico; nei laghi italiani si trovano dei crostacei come il *palaemon lacustris* e il *p. varians*, e dei pesci come il *blennius vulgaris* e l'*atkerina lacustris*, le di cui affinità con la fauna mediterranea sono evidenti; nel lago Tanganyika esiste tutta una fauna di gasteropodi, la di cui *facies* marina è delle più notevoli. Tra la fauna marina e la fauna dei fiumi che versano in essi le loro acque, debbono esistere dei tipi di passaggio. Infatti le spongille, le idre, le cordilofore, i limnocodi delle nostre acque dolci, non sono che i rappresentanti delle spugne, dei polipi, delle meduse dei mari vicini. I corsi d'acqua di bacini differenti e i laghi non comunicanti in alcun modo fra loro debbono avere faune speciali. I laghi di Ginevra e di Bourget, ad esempio, sono abitati da due specie differenti di *coregonus*, il *fera* e il *lavaretus*; e basta avere qualche conoscenza dei molluschi per riconoscere la *facies* tutta speciale che essi assumono negli stagni e nei fiumi non comunicanti. Ma spesso le inondazioni, le trombe, gli animali stessi (uccelli, rettili, ecc.) sono veicoli di scambi che ne rendono uniforme la fauna. La esistenza di determinate specie in regioni lontane e separate, può talora essere indizio che quelle terre furono in altri tempi collegate. La presenza del *galaxias attenuatus*, ad esempio, pesce fisostomo, nell'America meridionale, nelle isole Falkland, nella Tasmania e nella Nuova Zelanda, è uno degli indizi che si hanno dell'antica unione di quelle terre in un sol continente. La distribuzione geografica degli animali terrestri deve essere funzione della popolazione anteriore, del suolo, degli ostacoli che le specie animali trovarono alla loro diffusione, dei mezzi dei quali disponevano per vincere questi osta-

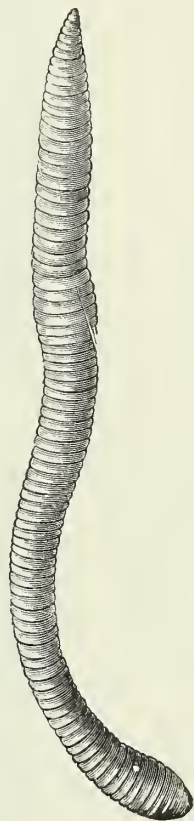
coli. Queste previsioni sono confermate dalle grandi differenze che si osservano nella fauna delle isole e dei continenti separati da lungo tempo. Così la fauna dell'America, e soprattutto quella dell'America meridionale, è differentissima da quella dell'antico continente: essa ha dei tipi di sdentati e di marsupiali che le sono speciali. La fauna dell'Australia, dove i mammiferi sono quasi esclusivamente marsupiali, è più speciale ancora, e l'isola di Madagascar ha una fauna numerosa di lemuridi dei quali non si trova l'equivalente nel continente africano, che pure è così vicino. Esistono invece grandi analogie tra le forme animali che abitano uno spazio dove nessuna barriera importante s'oppone alle loro migrazioni, come lo mostrano la fauna europea, la fauna delle regioni calde dell'Asia e dell'Africa, la fauna dell'America. La stessa analogia si verifica quando le barriere che dividono un territorio in distretti sono di data relativamente recente. La fauna dell'Africa tropicale ed australe ha grandissime rassomiglianze con quella dell'India, mentre differisce assai da quella del litorale africano del Mediterraneo da cui è separata dal Sahara. Notevoli sono anche le analogie tra le faune delle due rive del Mediterraneo, messe in evidenza da Blanchard, e tanto più notevoli in quanto si estendono persino a insetti atteri. I melanopsidi, gasteropodi pettinibranchi, al di fuori del litorale del Mediterraneo, non si trovano che nella Nuova Caledonia e nella Nuova Zelanda. I singolarissimi peripatidi, che formano un gruppo di passaggio fra gli anellidi e gli artropodi, non vivono che al capo di Buona Speranza, nella Nuova Zelanda, nelle Antille, e nell'America meridionale nel Cile, nel Venezuela e nella Guiana, e probabilmente furono un tempo molto diffusi sulla terra sur un'area territoriale che un tempo univa quelle regioni. Quanto alle isole, sono da distinguere anzitutto quelle che son lembi staccati da continenti più estesi, e quelle che sono formazioni nuove, vulcaniche o madreporiche, recenti. Naturalmente nel primo caso la fauna risulta costituita essenzialmente dalla fauna del continente al quale appartenne già l'isola: nel secondo caso tutta la fauna è stata importata. Wallace dimostrò che l'arcipelago della Malesia era diviso in due parti ben distinte da una linea curva che passa fra le isole di Bali e di Lombock, di Borneo e di Celebes, e sfiora alla punta meridionale di Mindanao, una delle Filippine. A occidente di questa linea la fauna è essenzialmente indiana; ad oriente è australiana. Infatti a Sumatra e a Borneo si trovano l'elefante e il tapiro, a Sumatra e a Giava un rinoceronte e un bue, che si trovano sul continente asiatico; gli uccelli e gli insetti di Sumatra sono pressoche identici a quelli della penisola Malacca; Borneo ha più specie caratteristiche, e Giava ne ha più ancora. Tutte queste specie mancano nelle isole a oriente della linea anzidetta: vi si trovano invece degli *achantoglossus*, monotremi affini agli echidni, dei marsupiali dei generi *dromicia*, *phalangista*, *cuscus*, dei roditori come il *pogonomys macrurus* affine agli *hapalotis* d'Australia, l'*hydromys Beccarii* appartenente a un genere australiano, e, fra gli uccelli, dei cacatua, dei microglossi, dei melifagidi, degli uccelli di Paradiso, ed altri, tutti animali essenzialmente australiani. Ora fra Bali e Lombock la distanza non eccede quindici miglia inglesi, sicchè gli uccelli potrebbero passare dall'una all'altra. Bisogna dunque concluderne che le isole della Sonda e le Filippine sono state isolate dal continente Asiatico da un ab-

bassamento che non supera cento braccia; mentre le Celebes e le Molucche non sono state unite all'Asia dacchè i mammiferi placentati vi si son stabiliti, ma facevano parte di un continente del quale eran parti anche l'Australia e la Tasmania. La Nuova Zelanda sembra sia stata il centro d'un altro continente al quale erano unite le isole Norfolk, Kermadec, Chatham, Lord Howe, e la di cui fauna aveva caratteri speciali, messi in evidenza da Blanchard. La Nuova Zelanda infatti non ha altri mammiferi che due specie di pipistrelli

Columba livia.

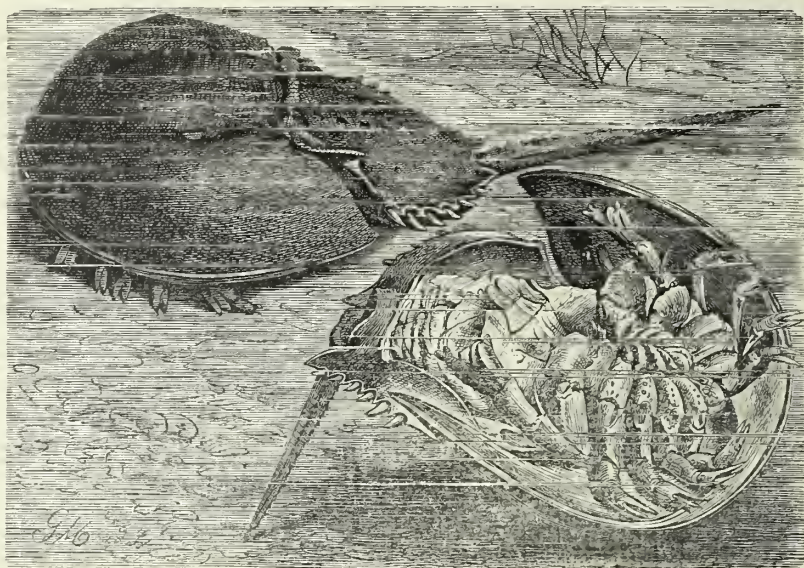
e un topo ormai scomparso. Fra gli uccelli numerosi vi sono notevoli molte forme incapaci di volare, delle famiglie dei rallidi (trampolieri), come l'*ocydromus australis*, il *notornis Mantellii*, dei pappagalli come lo *strigops*, dei ratiti come l'*apteryx*, e specie estinte gigantesche come il *palapteryx* e il *dinornis*, o dei tipi tutt'affatto speciali come i pappagalli del genere *nestor* e i curiosi *heterolocha acutirostris*. Gli insetti e gli aracnidi sono differentissimi da quelli dell'Australia. È pur probabile che il Giappone sia stato già unito al continente Asiatico, e che le isole Britanniche, l'Islanda, gli arcipelaghi mediterranei siano stati un tempo uniti al continente Europeo; l'America stessa sembra sia stata unita al continente Europeo-asiatico nell'epoca terziaria. Le isole Madera, Canarie, Azzorre, del Capo Verde, sono innestate sur una base antica di possenti formazioni vulcaniche. In esse, come in altre isole oceaniche, interi gruppi d'animali mancano: le rane vi son state introdotte recentemente; prima non v'era alcun amfibio; mancano i serpenti e persino gli scorpioni così comuni sotto la stessa latitudine. Basterebbe questo a provar

senz'altro che la loro fauna vi fu importata. Crediamo inutile poi recar prove della importazione della fauna nelle isole madreporiche. Noteremo solo che ogni specie considerata come propria di queste isole è necessariamente una prova di più della variabilità delle specie e della influenza dell'isolamento sulla conservazione dei tipi novellamente apparsi. Aggiungiamo come le migrazioni sian causa frequente, oltre che di popolamento d'una regione dianzi deserta, di modificazione d'una fauna, d'una flora. Già alla diffusione di molte specie, come è noto, contribuiscono le correnti atmosferiche e marine. In molti casi gli animali stessi volontariamente, e spesso abitualmente, si trasportano da regione a regione, quando per sfuggire al freddo, e quindi anche per trovar cibo, quando per trovar le condizioni necessarie alla riproduzione. È noto come quasi tutti gli uccelli compiano di queste migrazioni, superando talora distanze enormi, con quasi incredibile velocità, come le rondini, le quaglie, i tordi, ecc.; è noto anche come gli storioni si rechino, dai mari dove vivono, nei fiumi a deporvi le ova, le anguille scendano dai fiumi al mare, le sardine salgano da regioni profonde a regioni superficiali nei mari allo stesso scopo. Talora le emigrazioni sono permanenti, vale a dire che gli animali, dopo essersi recati da una regione ad un'altra, vi rimangono acclimatandovisi, adattandosi al nuovo ambiente. Solo, che in tal caso agiscono potentemente a modificar l'ambiente, dal quale, alla lor volta, spesso sono modificati. È così che un topo, il *mus decumanus*, emigrato dall'Oriente, si è sostituito quasi per tutta Europa al *mus rattus* più debole, che vi si trovava avanti; è così che la *blatta orientalis* ha sostituito recentemente la *blatta vulgaris*. L'uomo stesso poi agisce potentemente sulla flora e sulla fauna. Moltissime specie di piante furono importate e acclimatate in Europa, dove prima non erano, come il granoturco, le patate, la camelia, il pomodoro, il tabacco, il gelso; altre furono portate dall'Europa in altre regioni, come la vite, la segale, l'avena, l'orzo, il lino. E altrettanto dicasi degli animali. Il cavallo, il bue, l'asino, la pecora, la capra, e molti altri animali domestici, originari della regione paleoartica, furono introdotti dall'uomo nella regione neoartica, nell'australiana. Il tacchino fu importato fra noi dall'America settentrionale; il pavone, il gallo, il fagiano, il baco da seta dall'Oriente; la gallina faraona dall'Africa. Della diffusione d'altri animali fu l'uomo causa involontaria. I topi e i passeri, già sconosciuti in America, vi furono appunto importati involontariamente dall'uomo. La fillossera fu importata fra noi con le viti americane. Di altri animali vanno a poco a poco scomparendo le specie, sempre per opera dell'uomo. Gli orsi e i lupi, una volta tanto comuni sulle Alpi, ora vi sono rarissimi. L'alce, che esisteva ancora in Italia al tempo della seconda guerra punica, è andato a poco a poco scomparendo, confinato verso il nord d'Europa, dove ne rimangono gli ultimi individui. Gli elefanti vanno scomparendo pur essi dall'Africa e dall'Asia, per la caccia sterminatrice che ne fa l'uomo. E come degli animali, così è delle piante. Il tasso è scomparso dalla Grecia, dove già era abbondante, e va ora scomparendo dalla Germania, come ora l'abete scompare sull'Appennino, e il pino con esso.

Nessun libro, nessuna dottrina forse, ebbero mai sullo scibile umano l'influenza che ebbero il volume dell' « Origine della specie » di Darwin, la

teoria darwiniana. Egli era conscio della rivoluzione che le nuove idee avrebbero portato; giacchè scriveva: « Quando le idee da me esposte in questa opera, e sostenute da Wallace, o idee analoghe sull'origine delle specie, saranno generalmente adottate, possiano vagamente prevedere che avverrà una notevole rivoluzione nella storia naturale. I sistematici potranno continuare come al presente, ma non saranno più molestati dal dubbio insolubile se questa o quella forma sia in sostanza una specie. Noi avremo allora da trattare le specie come combinazioni puramente artificiali, fatte per comodità. Gli altri rami più generali della storia naturale presenteranno un interesse maggiore; i termini impiegati dai naturalisti, come affinità, parentela, unità di tipo comune, morfologia, caratteri di adattamento, organi rudimentali, ecc. non saranno più metaforici, ma avranno un significato evidente. Contempleremo ogni struttura complicata ed ogni istinto come il risultato di molti adattamenti, ciascuno dei quali fu vantaggioso all'individuo. Un vasto campo, quasi inesplorato, di osservazioni sarà aperto sulle cause e sulle leggi delle variazioni, sulla correlazione di sviluppo, sugli effetti dell'uso e del disuso degli organi, sull'azione diretta delle condizioni esterne. Lo studio delle produzioni domestiche crescerà immensamente di valore. Le nostre classificazioni diverranno altrettante genealogie: gli organi rudimentali ci indicheranno infallibilmente la natura delle strutture perdute in epoche remote: le specie e i gruppi di specie aberranti, veri fossili viventi, ci aiuteranno a compiere il disegno delle antiche forme di vita: l'embriologia ci rivelerà la struttura, che rimase alterata, dei prototipi di ogni grande classe. Noi saremo anche in grado di seguire le antiche emigrazioni degli abitanti del mondo intero: potremo anzi arrivare alla nozione dell'antica geografia. In quanto alla geologia, si riconoscerà che l'accumularsi d'una grande formazione fossilifera dovette dipendere da uno straordinario concorso di circostanze, e che gli intervalli di riposo e di inazione fra gli stadii successivi furono di una lunga durata; anzi giungeremo ad apprezzare la durata di questi intervalli con qualche sicurezza, facendo il confronto tra le forme organizzate anteriori e le posteriori. » E Darwin non errò nelle sue previsioni. Non vi fu ramo delle scienze naturali, che dalle nuove idee, dal loro svolgimento, dagli studi, dalle osservazioni, dalle ricerche, dalle esperienze che indussero, non traesse impulso, e direi nuova vita. Infatti la riforma della concezione dell'idea di specie e della sua origine includeva la riforma di tutte le scienze naturali: era la loro antica base che crollava per cedere il posto ad una base nuova, naturale, veramente scientifica, sulla quale potevano ormai sicuramenre levarsi in alto, in alto, guardando a nuovi orizzonti dianzi forse imaginati, non mai veduti. E con la riforma delle scienze naturali, delle scienze biologiche, era la riforma delle scienze morali che doveva iniziarsi. Risoluto il problema dell'origine dell'uomo, erano pure le vec-

Lombrico
(Lumbricus rubellus).

chie basi della storia e della psicologia, della letteratura e dell'arte, della giurisprudenza e della filosofia, che crollavano inesorabilmente.

Eppure l'opera di Darwin, e nel campo scientifico, e presso la folla, per-

Limulo americano (Limulus polyphemus).

chè non vi fu, si può dire, chi, anche non avendo alcuna nozione di scienza, anche non avendo letto il volume, non se ne occupasse, fu accolta al suo apparire da uno scoppio di indignazione, di orrore. La questione della specie uscì quasi subito dalla cerchia ristretta degli scienzati, e occupò l'attenzione generale al pari d'una gravissima questione politica interessante tutta l'umanità. Ognuno volle esprimere la propria opinione in proposito. L'ironia, il sarcasmo, l'invettiva, il disprezzo, la minaccia, l'anatema, furono le forme principali della critica antidarwiniana, quale si fece nelle botteghe di caffè, nei circoli, sui giornali, nelle chiese. Pochi anni dopo, nel 1868, l'« *Atheneum* » inglese proclamava audacemente che le teorie darwiniane erano ormai cosa del passato, e che l'appoggio che alcuni naturalisti, « non fra i più dotti e i più reputati », gli avevano accordato, si poteva considerare come cessato. In una seduta del Congresso Antropologico, a Londra, uno scienzato, il Crawfurd, faceva smascellar dalle risa la dotta assemblea ponendole dinanzi agli occhi, a proposito della derivazione dell'uomo dalle scimmie, un quadretto umoristico, nel quale gli asini domandavano di evolversi e di diventar cavalli, i maiali di trasformarsi in elefanti, ecc. In America Luigi Agassiz, che pure era un grande scienziato, nel suo « Saggio di classificazione » (1869), combattendo il darwinismo affermava che la idea darwiniana è una concezione a priori, che il darwinismo è un travestimento dei fatti, che la scienza perderebbe la fiducia accordatale dalle menti serie se accogliesse degli abbozzi così imperfetti come se indicassero un reale progresso scientifico, che il darwinismo esclude presso che tutte le nozioni scientifiche acquisite, per ritenerne e assimilarne solo quelle che sono ad esso favorevoli, e scrivendo sul « *Kosmos Christian Examiner* » articoli sulla contemplazione di Dio, affermava, molto

gratuitamente in vero, che la battaglia antidarwinista era stata già vinta nel campo della metafisica, e avrebbe finito per esser vinta anche nel campo scientifico. In Francia il procuratore generale Ducreaux, nel discorso d'apertura dell'anno giuridico 1868, proclamava che l'estendersi delle idee darwiniane era da annoverarsi fra le cause più sicure dell'aumento dei reati correzionali!.. Abbiamo già accennato alla accoglienza che nel 1870 ebbe la candidatura di Darwin a membro corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Parigi, agli insulti, alle minacce cui fu fatto segno a Down-Beckenham... In Germania accadde che un giorno si recasse ad un paleontologo, valentissimo del resto, Andrea Wagner, a Monaco, un cranio umano fossile, perchè lo studiasse. Era una cosa di grande importanza: dopo Cuvier l'esistenza dell'uomo fossile era stata sempre negata dalla scuola classica: le dottrine evoluzioniste sorgevano... Ora Wagner, come tutti i naturalisti ortodossi, non amava punto l'uomo fossile: mise il cranio in un cassetto, senza alcuna indicazione, e non se ne occupò affatto. Non fu che dopo la sua morte che si trovò quel cranio, il quale si suppone sia quello che fu scoperto nelle caverne di Muggendorf, e andò poi perduto Nägeli riferisce una risposta caratteristica d'un naturalista celebre al quale era stato inviato, perchè potesse giudicarne coi propri occhi, un certo numero di preparati anatomici, lo studio dei quali dal punto di vista dell'embriologia comparata conduceva a conclusioni evidentemente suffraganti

1, Coregonus lavaretus, 2, Coregonus fera.

le teorie evoluzioniste. Questi rinviò i preparati, dichiarando che quella roba non gli poteva servire!... Proprio come l'abate Vertot, che a qualcuno che gli recava dei nuovi e importanti documenti riguardanti l'assedio di Malta, del quale aveva finito di scrivere la storia, rispose: « Ne sono dolentissimo, ma il mio assedio è fatto! ».

Ma il dire dell'aspra lotta che fu combattuta contro il darwinismo ci porterebbe troppo oltre. Di alcuna delle obbiezioni più gravi abbiamo già detto. Ci limiteremo ad accennare a qualcun'altra. Nel 1864 von A. Kölliker pubblicò il suo libro « Sulla teoria darwiniana della creazione », nel quale alla teoria darwiniana oppone una teoria ch'egli chiama della generazione ete-

rogena. Questa teoria consisterebbe nell'ammettere che sotto l'influenza d'una legge generale di sviluppo i germi organici producano degli organismi differenti da quelli dai quali essi stessi derivarono, e che ciò possa avvenire in due modi: sia che cioè sotto l' influenza di circostanze speciali gli ovuli fecondati, in via di sviluppo, possano raggiungere forme superiori, sia che, al di fuori d'ogni fecondazione, gli organismi primitivi, o i loro discendenti, possano produrre germi od ova dai quali escano organismi differenti. Quanto alle obbiezioni alla teoria darwiniana le principali sono queste, per la massima parte assolutamente gratuite: che la concezione darwiniana è una concezione teleologica (!); che non si conoscono forme di transizione fra le specie attualmente esistenti; che non si trovano forme di transizione fra i resti organici degli animali delle epoche primitive (!); che la lotta per l'esistenza non esiste, come non esiste alcuna tendenza degli organismi a produrre varietà utili (!). Nello stesso anno 1864 P. Flourens, nato nel 1794 a Maureilhan, morto a Brunoy nel 1867, fisiologo di qualche valore, autore di alcuni elogi storici di illustri scienziati, di una storia della scoperta della circolazione del sangue, e di altre opere di letteratura scientifica, pubblicò un « Esame del libro di Darwin sull'origine delle specie ». Ma al riguardo basti dire che Flourens accusa Darwin di non citare che gli autori che dividono le sue idee, mentre basta aver letto le sue opere per sapere come egli sia il primo ad indicare le difficoltà e le obbiezioni fatte, o solo possibili alle sue teorie... Egli poi aggiunge che Darwin non ha che idee false, idee oscure, e che adopera un gergo metafisico, un linguaggio pretenzioso e vuoto!... Avversario ben più serio ebbe Darwin nel De Quatrefages, già citato, e del quale diremo più innanzi, come zoologo e antropologo. Spiritualista convinto, ma sempre in cerca della verità, e d'una lealtà incontestabile, Armando De Quatrefages proclamava che in fatto di scienza si deve lasciar da parte ogni questione religiosa e filosofica, e non ammettere che l'esperienza e l'osservazione; e la sua condotta fu sempre conforme a queste idee. Darwin potè dire che preferiva le critiche di De Quatrefages alle lodi di molti altri. De Quatrefages fu con Milne Edwards e Lacaze-Duthiers dei pochi che nella seduta dell'Accademia delle Scienze suaccennata sorsero a giudicar meno ostilmente degli altri e con maggiore serenità di giudizio l'opera scientifica di Carlo Darwin. A molte obbiezioni, da lui stesso in parte previste, rispose Darwin, e nelle sue risposte fu condotto alla scoperta di nuovi concetti biologici, alla illustrazione di leggi ancora quasi sconosciute, all' apprezzamento di fatti sui quali gli occhi e la mente d'altri naturalisti s'eran fermati senza giudicarne neppure l'importanza. Le pagine che dedicò nella « Origine delle specie » agli istinti animali, formano veramente, come giudicò il Morselli nel bell'articolo consacrato alla memoria di Darwin sulla « Rivista di filosofia scientifica » nel 1882, un capitolo insuperabile di psicologia comparata. Darwin, dopo aver ricordato come gli istinti animali variino, e come le variazioni siano ereditarie, estendeva questa legge agli animali nello stato di natura, e dimostrava che, contrariamente al pregiudizio volgare, gli istinti non sono perfetti, ma soggetti ad errori, e che anche le funzioni psichiche animali, come le loro strutture, sono soggette alla evoluzione. Così ancora rispondendo alla obbie-

zione circa la sterilità degli incrociamenti tra forme diverse, mentre raccoglieva nuovi fatti per chiarire che anche la sterilità fra specie distinte e l'estinzione rapida degli ibridi presentano numerose eccezioni, e che ad ogni modo le loro leggi sono in tutto analoghe a quelle che governano l'incrociamento delle semplici varietà, proclamava il principio che la principal causa della sterilità delle specie incrociate è ristretta alle differenze degli elementi sessuali. Ma con Agassiz, morto nel 1873, scomparve l'ultimo avversario serio del darwinismo. Persino il clero, che dapprincipio gli avea mosso contro aspra battaglia, si tranquillò, trovando che il darwinismo non era contrario alla religione, e che Darwin non fu nè irreligioso, nè ateo, e procurando di conciliare la Bibbia e il darwinismo. In compenso i darwiniani crebbero, sino a diventar falange, sicchè oggi presso che tutti i naturalisti abbracciarono le teorie darwiniane. Fra i primi, fra i più noti, nominiamo in Inghilterra, oltre Wallace e Huxley, Egerton, Bell, Woodward, e, sopra tutti forse, Erbert Spencer, che pur indipendentemente da Darwin era giunto al concetto dell'evoluzione, ma con idee filosofiche, astratte, poco simpatiche forse alla maggioranza dei naturalisti, non trovando, per discendere nel campo positivo, migliore prova del suo famoso confronto delle sezioni coniche, e che tuttavia riformò completamente la psicologia; in Germania Carus, Haeckel, Barande, Zittel; in Francia Martius, Gondry, Alfonso Milne Edwards, Edmondo Perrier, de Saporta; nel Belgio von Beneden; nella Svizzera Pictet, Rütimeyer; in America Dana, Newberry; in Italia De Filippi, Trezza, Canestrini, Delpino, Mantegazza..

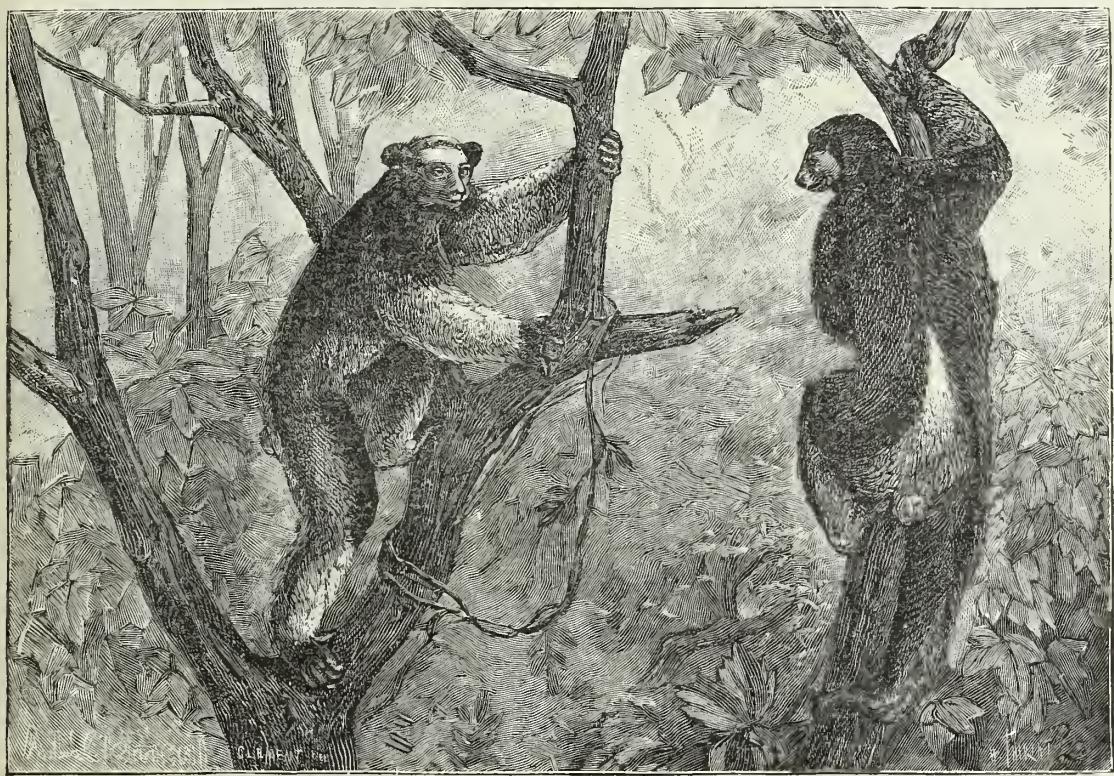
Aye-Aye (Chjromys Madagascariensis).

Filippo De Filippi nacque in Milano nel 1814; studiò medicina a Pavia, poi vi si trattenne come assistente alla cattedra di geologia occupata allora dallo Zendrini. Ivi pubblicò nel 1837 il suo primo lavoro su alcuni nuovi entozoi, e una memoria sugli anellidi, nell' anno seguente due memorie intorno alla generazione spontanea, nel 1839 uno studio sulle clepsine e un lavoro sulla costituzione geologica della pianura e delle colline della Lombardia, nel 1840 un catalogo ragionato dei serpenti del Museo di Pavia. In questo stesso anno si recò a Milano, presso il Jan, direttore del Museo civico di Milano, e vi pubblicò la sua prima lezione « Sui progressi della geologia fino al principio del secolo XIX ». A Milano tenne lezione sino al 1847, pubblicando nel frattempo altre memorie zoologiche, embriologiche e geologiche. Nel 1848 passò all'Università di Torino. A Torino pubblicò moltissime altre memorie e libri scientifici, fra i quali alcuni di scienza popolare. Nel 1862 viaggiò in Persia, e del viaggio pubblicò poi una interessante relazione. Ma la pubblicazione sua che menò maggior rumore fu una lezione stampata nel 1864, che ebbe in breve l'onore di tre edizioni. Quella lezione era intitolata: « L'uomo e le scimmie », e in essa, dopo aver esposta la teoria dar-

winiana, esponeva le affinità esistenti fra l'uomo e le scimmie, dimostrando come tutti i caratteri anatomici differenziali messi sin allora in campo dai diversi autori contrari alle teorie evoluzioniste, non hanno quel valore che ad essi si è voluto attribuire. Vero è che poi accennava alla differenza immensa fra le scimmie e l'uomo pel riguardo delle facoltà intellettuali, del senso religioso, della speciale missione... Ma mentre il De Filippi, uomo religioso, dava soprattutto importanza a queste differenze, i suoi scolari, come i suoi lettori, non diedero importanza che alle analogie, e tutta Italia andò a rumore, La maggioranza fu contro il De-Filippi. Vi fu persino chi gridò essere una infamia che il Governo lasciasse un uomo siffatto a diffondere dalla cattedra massime così scellerate, e quando venne l'annunzio nel 1867 ch'egli era morto a Singapore, dove era stato costretto a interrompere un suo viaggio di circumnavigazione sulla pirofregata « Magenta », e che aveva voluto i conforti della religione, due predicatori ne parlarono a Torino dal palpito. Uno, scrive il Lessona, nel suo bel volumetto « Naturalisti italiani » (1884), con voce commossa e lagrimosa disse di aver da annunziare una buona novella, vale a dire che Dio aveva toccato il cuore ad un grande peccatore, al momento della morte: un altro, d'indole più violenta, parlando del terrore che incute la morte ai perversi, esclamò: « Anche De-Filippi, l'empio De-Filippi, al momento di morire ebbe orrore delle sue colpe, e invocò il perdono di Dio! ». E dire che « quest'empio » non solamente fu sempre sinceramente credente e religioso, ma compì sempre scrupolosamente le pratiche religiose!

Giovanni Canestrini nacque a Riva di Trento nel 1835. A lui si deve la fondazione a Modena della « Società dei naturalisti modenesi » (1861) e la fondazione a Padova della « Società Veneto-Trentina di scienze naturali » (1870). A Padova istituì un gabinetto di batteriologia ben noto per gli studi importanti che vi si compirono, e soprattutto per quelli importantissimi sul bacillo dell'influenza, e un gabinetto d'antropologia. Lasciò numerose memorie sui pesci, sugli aracnidi, sugli acari, moltissime d'antropologia degne di nota. Ma egli merita qui una speciale menzione per l'opera data alla diffusione delle teorie darwiniane in Italia. Egli infatti col Lessona, col Saccardo, e col Moschen, tradusse in italiano tutte le opere di Darwin; non solo: incurante delle lotte che dovette sostenere, corroborò la diffusione delle teorie del Darwin con scritti, discorsi, conferenze infinite. Merita particolar nota, fra le opere sue il volume « La teoria dell' evoluzione esposta nei suoi fondamenti come introduzione alla lettura delle opere del Darwin e dei suoi seguaci », che ebbe parecchie edizioni. L'ultima conferenza su tale argomento tenne nel 1897 a Padova, dove morì nel 1900.

Abbiamo accennato appena alle altre opere di Darwin. Ne diremo, per terminare il capitolo nel quale abbiamo riassunto l'opera sua e de' suoi continuatori, qui, brevemente. Esse per la massima parte si riferiscono ad argomenti di botanica, la scienza da lui prediletta, fors' anche perchè l'ambiente nel quale viveva gli offriva maggior facilità di osservazioni e di studi sui vegetali... Hooker afferma che le ricerche di biologia vegetale alle quali il Darwin si consacrò, e per le quali fu quasi colmato l'abisso un tempo esistente fra gli animali e le piante, dimostrandosi l'esistenza nei vegetali di

quelle funzioni di vita relativa che si credevan proprie solo degli animali, costituiscono le più grandi conquiste fatte dalla botanica. Nel suo volume « Sulla fecondazione delle orchidee per opera degli insetti e sull'utilità dell'incrociamento » Darwin si propose di dimostrare, come dimostrò, che la stessa pianta non è sempre fecondata dal proprio polline, e che disposizioni speciali nelle diverse parti del fiore favoriscono l'incrociamento degli individui anche ermafroditi, e scelse per la dimostrazione le orchidee, che sono appunto ermafrodite, ed i cui fiori sono siffatti da permettere agli insetti che le visitano di trasportare il polline da un fiore all'altro, impedendo così l'auto-impollinazione e l'auto-fecondazione, impedendo cioè le nozze incestuose, consanguinee, dannose ai fiori come all'uomo, e facilitando l'incrociamento fonte di robustezza e di fertilità. Un esempio può essere offerto da un'orchidea comune, l'*orchis maculata*. In essa l'unica antera, saldata al pistillo, contiene due pollinie riu-

Indri (Lichanotus brevicaudatus).

nite per un debole prolungamento a un piccolo sacco contenente una sostanza resinosa: il sacco sporge dall'orifizio dello sperone del tepalo inferiore o labello, in fondo al quale è il nettare. Quando un insetto viene a posarsi sul labello, non può penetrare nello sperone se non urtando il sacco il di cui involucro si rompe, sicché, per la sostanza resinosa che si essicca subito le pollinie rimangono aderenti al suo corpo. Quando l'insetto si ritira, porta con sè le pollinie che subito si piegano innanzi. Visitando un altro fiore le pollinie volte innanzi toccano la superficie stimmatica, e l'impollinazione si compie. Introducendo la punta d'una matita nello sperone d'un'orchidea, si può facilmente riprodurre il fenomeno. In una sua memoria pubblicata nello stesso

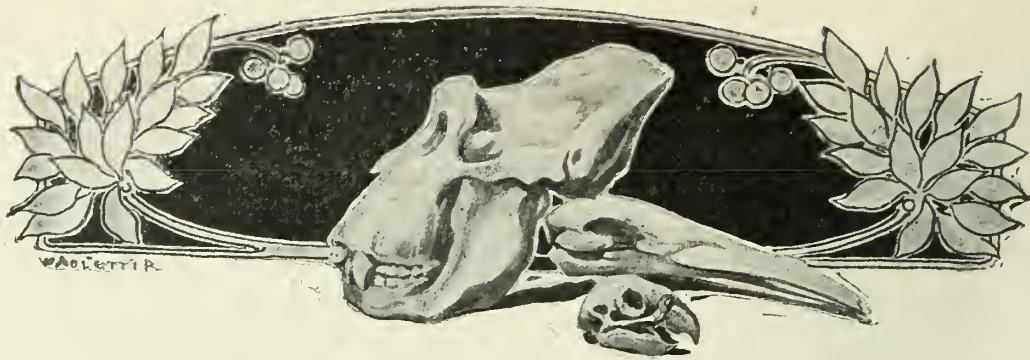
anno 1862 Darwin, illustrando due primule comuni, dimostrava che esse sono sessuali e complementari, cioè che hanno funzioni diverse tendenti ad assicurar loro una completa fecondazione per mezzo degli insetti, ponendo fuor di dubbio l'esistenza nel regno vegetale di unioni legittime e illegittime, e illustrando la struttura poco o punto nota dei granelli del polline. In una terza memoria sui fiori della canapa e delle piante congeneri, dimostrava che, sebbene sia impossibile anche col microscopio trovare differenza alcuna fra gli organi riproduttori di due individui qualsiansi della canapa comune, nell'uno la fecondazione non ha mai luogo se non per opera del polline dell'altro individuo; scopriva poi il trimorfismo dei fiori del *lythrum salicaria* dimostrando l'esistenza in ciascun suo fiore di tre sorta di stami aventi forma e funzione differenti, eseguendo oltre dugento esperienze di incrociamento artificiale. Finalmente da questi suoi studi sull'impollinazione delle piante per opera degli insetti traeva le ragioni dello splendore delle corolle, del loro profumo, del nettare dei fiori, dimostrava come questi caratteri non potessero esser proprii della flora delle età geologiche nelle quali non erano ancora gli insetti, provava che quei caratteri, apparsi gli insetti, attirando la loro attenzione, favorendo l'impollinazione, per legge d'eredità avean dovuto trasmettersi dando luogo ad una evoluzione dei vegetali.

Abbiamo accennato al fatto che Darwin tolse valore all'antica distinzione fra le piante e gli animali, fondata sulle funzioni di relazione che si ritenevano esclusive di questi ultimi. A questo riuscì col suo volume « Sulle abitudini e sui movimenti delle piante rampicanti » (1865), con l'altro sulle « Piante insettivore » (1875), ed infine col volume sul « Potere di movimento nelle piante » (1880), scritto in collaborazione col figlio Francesco, e che può essere considerato come una continuazione dell' altro sulle piante rampicanti. Infatti egli dimostrava come le piante rampicanti si servano dei diversi organi loro per arrivare, anche superando notevoli ostacoli, ad esporre le loro foglie, e nel miglior modo possibile, all'azione della luce e dell'aria, con notevoli vantaggi nella lotta per l'esistenza sulle piante che non posseggono quegli organi, diffondendosi così per tutta la terra; dimostrava come le piante rampicanti riescano allo scopo grazie ai movimenti dei quali sono capaci, grazie alla sensibilità di certi loro organi; dimostrava come la digestione delle sostanze organiche a mezzo di succhi speciali non sia esclusiva degli animali, ma come invece sia estesa a molte piante, *dioneae*, *sarraceniae*, *darlingtoniae*, *nepenthes*, e ad altre droseracee, nonchè a parecchie utricularie, vere piante carnivore, alle quali speciali conformazioni facilitano la funzione utile al sostentamento. Coi volumi sugli « Effetti della fecondazione incrociata e propria nel regno vegetale » (1876) » e sulle « Diverse forme dei fiori in piante della stessa specie » (1877) riprendeva in esame i fenomeni della riproduzione vegetale, e dopo aver sperimentato su duemila e più piante appartenenti a cinquantasette specie e a cinquantadue generi di tutte le parti del mondo, partendo dalla dicogamia di molte specie, dal fatto cioè che stami e pistilli d'uno stesso fiore maturano in epoche differenti, e dalla cleistogamia, cioè dal fatto della esistenza di fiori sterili e di fiori fecondi sulla stessa pianta, da lui scoperta, dimostrava meglio gli effetti dell'incrociamento, giungendo ancora alla conclusione già

1. Microcebus myoxinus. — 2 Lemur catta. — 3. Lemur macaco. — 4. Lemur varius — 5. Lemur mongoz — 6 Hapalemur griseus — 7. Chirogaleus lucifer — 8 Lichanotus brevicaudatus. — 9. Lichanotus mitratus. — 10. Stenops gracilis. — 10ª Suo teschio. — 11. Stenops tardigradus. — 12 Perodicticus potto — 13. Arctocebus calabarensis - 14 Otolicnus galago — 15. Otolicnus crassicaudatus. — 16. Tarsius spectrum — 17. Chiromys madagascariensis.

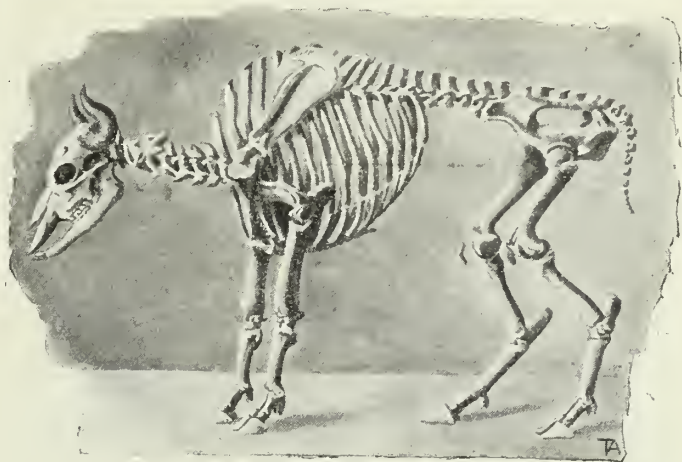
annunciata che nella maggioranza dei casi gli individui ottenuti con una fecondazione incrociata sono più vigorosi, più robusti, più fertili degli individui prodotti dall'autofecondazione, e determinava i caratteri del dimorfismo e del trimorfismo nei vegetali, e riprendeva le ricerche sulla impollinazione per opera degli agenti esterni. Dell'opera « Dell'origine dell'uomo » (1871) diremo più innanzi. Accenniamo solo come l'opera in due volumi « Sulla variazione degli animali e delle piante allo stato domestico» (1868) contenga e addensi indagini, ricerche ed esperienze che durarono molti anni; come essa sia stata giudicata il suo capolavoro; e come l'Höoker abbia affermato che Darwin solo avrebbe potuto imaginarla e dettarla. Essa è divisa in tre parti. Nella prima, un trattato completo sugli animali e sui vegetali domestici, descrive tutte le varietà di cani, di gatti, di cavalli, asini, maiali, bovi, pecore, capre, conigli, piccioni, polli, pesci, insetti, cereali, ortaggi, frutti, alberi d'ornamento e da fiori, che l'uomo con la selezione artificiale ottenne sulla terra. De Quatrefages, che pure fu un fiero avversario delle teorie darwiniane, proclamò insuperabili le ricerche e le osservazioni sui polli, sui conigli, e sui piccioni. I due capitoli sui piccioni gli costarono undici anni d'esperienze; ma potè concludere nel modo più preciso e persuadente che le centocinquanta specie note non sono che varietà d'un'unica specie, la *columba livia*. Nella seconda parte studia l'ereditarietà dei caratteri, l'incrociamento e i suoi effetti, l'ibridismo, le condizioni diverse della vita, la selezione artificiale metodica e incosciente, la variabilità delle forme, le sue cause, le sue leggi, i fenomeni dell'atavismo, dell'infezione della madre, ecc. Nella terza espone la sua ipotesi della pangenesi, per la quale ogni atomo, ogni unità componente l'intero organismo possiede, oltre alla proprietà di riprodursi scissiparamente, anche la proprietà di emettere gemmule che son disperse per tutto l'organismo, crescono, si moltiplicano si aggregano, formano gli elementi sessuali, e son tanto numerose e piccole da poter essere trasmesse a tutte le generazioni successive in uno stato di vita latente, quasi dormenti, come il seme è sotterra. Questa ipotesi, che spiegherebbe evidentemente tutti i fenomeni oscuri della riproduzione, la gemmazione, la metagenesi, la fecondazione ordinaria, l'eredità, l'atavismo, la trasmissione dei caratteri morbosi, ecc., sebbene combattuta da Delpino, da Mivart, da Beale, da Wigand, da Lewes, da Galton, da Spencer che le sostituì l'ipotesi delle unità fisiologiche, da Royer che le sostituì la sua dinamogenesi, da Haeckel che le sostituì l'ipotesi della perigenesi, ha il vanto d'aver aperto il campo ad una discussione feconda. Coll'opera « Dell'espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali » (1872) Darwin, riprendendo gli studi di Bell, che aveva affermato (1806) e confermato (1844) che l'uomo è provvisto di muscoli adibiti unicamente all'ufficio di esprimerne le emozioni, e le ricerche in proposito di Duchenne, di Gratiolet e di Piderit, recava un valido appoggio alle teorie evoluzioniste, dimostrando che gli atti emotivi sono comuni alle razze umane superiori ed inferiori e a molti animali domestici e nello stato di natura, in ...lo da doversi spiegare per mezzo dell'affinità di struttura, e perciò anche ...e relazioni di parentela, e ponendo a base della sua teoria delle espres...i motive l'associazione delle abitudini utili, l'antitesi e l'influenza del

sistema nervoso. L'ultima sua opera « La formazione della terra vegetale per mezzo dei lombrichi » pubblicata (1881) pochi mesi prima della sua morte, rappresenta ricerche e osservazioni durate quarant'anni, da quando cioè (1837) espose la prima volta alcune sue idee in proposito. Il lavoro originalissimo, ricchissimo di fatti non mai prima osservati, di osservazioni profonde e veramente geniali, conferma il principio lyelliano che inspira la geologia moderna, doversi cioè ricercare l'origine dei profondi mutamenti della crosta e della superficie terrestre nell' azione lenta, ma continua, delle piccole cause; descrive la formazione dell'*humus*, del terreno vegetale, dovuto alle funzioni digestive dei lombrichi; espone i costumi dei lombrichi stessi, i quali, meraviglioso a dirsi, si collegano, non solamente a fatti importanti come lo sviluppo di nuovi strati geologici, il denudamento delle montagne, la germinazione dei semi, la formazione dei prati, la conservazione dei monumenti, ed il trasporto dei germi morbigeni e dei miasmi alla superficie del suolo, ma anche a fatti d'ordine ben più elevato, allo sviluppo dell'agricoltura, all'archeologia, all'igiene, alla storia, alla stessa civiltà umana.

Enrico Morselli nella sua bella memoria già citata su Darwin, ricordando che la tomba di Darwin, nell' abbazia di Westminster, è accanto a quella di Newton, e quasi la tocca, dice che ciò è giusto perchè Isacco Newton e Carlo Darwin si completano a vicenda. E aggiunge queste parole con le quali non si potrebbe meglio chiudere un capitolo che tenti riassumere, come questo, l'opera di Darwin: « L'uno spinse lo sguardo nelle regioni dello spazio infinito, e vi scoperse la legge di gravitazione che regola il moto eterno degli astri e l'originarsi dei nuovi mondi: l'altro scrutò per entro ai misteri del tempo, e vi trovò la legge di evoluzione, che coordina il moto incessante della natura organica con lo sviluppo di sempre nuove e più svariate forme viventi ».

VIII.

La questione delle questioni per l'umanità — Leggende e tradizioni sui popoli preistorici — *Arma antiqua lapides* — Le prime scoperte paletnologiche — La paleontologia umana — Le caverne ossifere — La collina di Castenedolo — Le scoperte scandinave — I *kjokkenmöddings* — I *skovmoses* — Le palafitte lacustri — Le terremare — I nuraghi — Le sepolture dei giganti — I *dolmens* — I *menhirs* — Le pietre allineate — I *cromlechs* — Le pietre a scodella — I grandi paletnologi — Le scimmie fossili — L'origine dell'uomo e Carlo Darwin — Il concetto antropocentrico e Lucrezio Caro — I « primati » di Huxley — Haeckel e l'albero genealogico delle scimmie — L'antropologia — Monogenisti e poligenisti — La craniologia — Paolo Broca — Armando de Quatrefages — Antropologi illustri — Le differenze fra l'uomo e la scimmia — L'uomo terziario — L'uomo quaternario — La razza di Canstadt e la razza di Cro-Magnon — L'epoca neolitica — L'età del bronzo — L'età del ferro — Le razze umane.

La questione delle questioni, per l'umanità, come la definì Huxley nel suo bel libro « Del posto che l'uomo occupa nella natura », è senza dubbio quella che riguarda l'origine sua, ed occupò sempre i filosofi, in tutti i tempi. Per lunghi secoli, per la maggior parte dei popoli, essa fu risolta con la teoria della creazione diretta dell'uomo per parte di un essere sovranaturale creatore diretto altresì di tutti gli altri organismi animali e vegetali. Quanto alla sua antichità, pochi racconti leggendari, nei quali non è possibile distinguere ciò che è tradizionale da ciò che è puramente imaginario, furono pure per lunghi secoli le sole prove dell'esistenza dell'uomo in antichi tempi. Le tradizioni religiose dei Semiti, le leggende dei Greci, gli scritti degli antichi Cinesi, i testi Messicani, le favole degli isolani dell'arcipelago Sandwich e degli indigeni d'Haiti, s'accordavano a mostrar la specie umana contemporanea delle ultime modificazioni importanti avvenute sulla superficie terrestre. Ma nulla era lecito congetturarne, sebbene per molto tempo nei calendari fosse annunciata con meravigliosa precisione la data della creazione del mondo: 5825 anni avanti l'êra volgare, come aveva affermato il dotto cronologista Calvisio di Grosleb, morto nel 1627. Nel 1771 Anquetil-Duperron aveva pubblicato un testo zend più esplicito d'ogni altro sulle origini dell'uomo: nei versetti di questo Vendidad-Sadè, come nella mitologia greca, come nella tradizione mosaica, si narra dell'uomo che egli prima abitò un luogo di delizie e d'abbondanza, l'Eerienè Veedjo, più bello del mondo intero, donato da Ormuzd (Oromaze, lampada ardente, dio supremo). Ariman (Arimane, dio del male) operò a sua volta, e nel fiume che bagnava Eerienè Veedjo fece nascere il grande serpente, padre dell'inverno, e l'inverno diffuse il freddo nell'acqua, nella terra, negli alberi. Fu allora che Ormuzd creò Soghdo abbondante di gregge, secondo soggiorno degli uomini primitivi. I canti mitologici della

Scandinavia ci mostrano pur essi l' abitante delle montagne attraversare un periodo glaciale. « Il mondo delle tenebre è al Nord; dodici fiumi ne vengono pieni d'un forte veleno: il vapore che il veleno distilla si condensa in brina, e l'acque si congelano... Il mondo del fuoco è al Sud, e ne sprizzano delle scintille che incontrano il ghiaccio e lo fondono ». L'uomo aveva assistito prima, nel poema scandinavo, allo spettacolo della terra che cade nelle acque, e n'esce più tardi maravigliosamente verde... Una leggenda, che è stata detta geologica, una leggenda indiana, narra del vecchio Kheder, che va dai secoli più remoti errando sulla terra; il vecchio, ripassando là dove già sorgeva una città, trova un lago: più tardi il lago è diventato foresta, e l' errante vecchio vi raccoglie le conchiglie abbandonate dalle acque.... Così, fenomeni glaciali da una parte, fenomeni idrici dall' altra, pare siano i fenomeni che prima colpirono gli antichi abitanti della terra, che avrebbero vissuto, come in termini oscuri facevano intravedere lo Zend-Avesta e il Voluspa, prima del periodo glaciale... Ma degli antichissimi popoli nessuna traccia era rimasta, o almeno non se ne conosceva alcuna. I filosofi greci e latini, i poeti, avevano imaginato le fasi della civiltà umana... Ovidio canta:

Bos priscus.

L'uom nacque; o che l'autor dell'universo
di sè lo generasse, o che la fresca
dall'etere pur or divisa terra
tenesse ancora del cognato spirto;
sì che all'umore fluvial commista,
il figlio di Giapeto a somiglianza
de' provvidenti Numi effigiolla...

E Lucrezio, il grande traduttore delle dottrine filosofiche del divino Epicuro, descrive quelle fasi coi notissimi versi:

Arma antiqua manus, ungues, dentesque fuerunt,
et lapides, et item sylvarum fragmina rami,
et flammae atque ignis, postquam sunt cognitae primum;
posterius ferri vis erat aerisque reperta;
et prior aeris erat quam ferri cognitus usus (1).

Arma antiqua... lapides: aveva detto Lucrezio. Ma parve che l' umanità avesse dimenticato l'antico l'uso delle armi di pietra, perchè trovandone qualcuna l'ebbe come un talismano. Ai tempi di Plinio si credevano pietre cadute

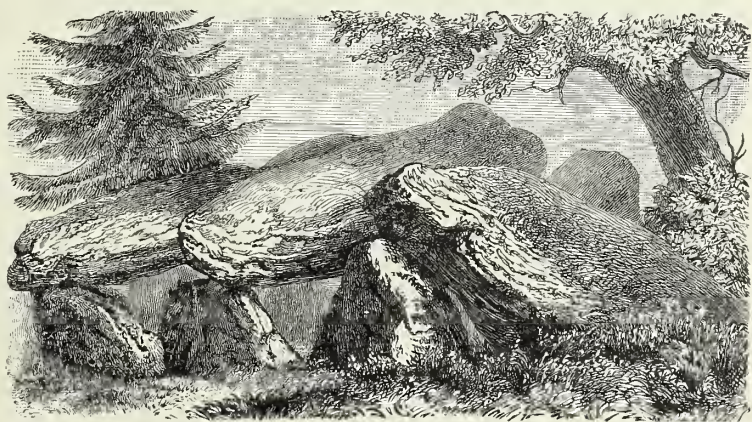
(1) « Armi pria fur le mani e l'ugna e i denti
e i sassi e in un co' sassi i tronchi rami
de' boschi, e poi che fur note in prima
le fiamme e il foco; indi trovossi il ferro
e il rame, e pria del ferro, il rame in opra
fu messo... »

Lucrezio « Della Natura delle cose » Libro V. — Traduz. di Alessandro Marchetti.

dal cielo prodotte dalla folgore, e si chiamavano ceraunie: « *glossa petra linguae similis humanae non in terra nasci dicitur, sed deficiente luna coelo decidere*». Nel poema « *Dactylotheca* » (1100) di Marbodeo, vescovo di Rennes, è esaltata la prodigiosa virtù del cerauno, che nel secolo XVI era usato persino a scopo terapeutico... Fu Michele Mercati (1500) nella sua « *Methalloteca* » il primo a sòspettare l'antico uso per cui le selci lavorate furono fabbricate, distinguendone la forma e il nome, ed esponendo le opinioni dei diversi popoli intorno ad esse. Più tardi Alberto Fortis (1786) e Giovanni Costa (1794) confermando esser quelle le armi degli antichi popoli, intravedendone gli usi, intravidero anche quel che esse potevano insegnare.

Frattanto, e a più riprese, la scoperta d'ossa d'elefanti o di mastodonti avea dato luogo alle storie favolose della scoperta degli scheletri d' antichi giganti. Sul principio del secolo XVIII, al tempo di Luigi XXIII, il chirurgo Mazurier volle far passare uno di questi scheletri per lo scheletro del gigantesco re dei Cimbri che combattè Mario, e che avrebbe avuto otto metri d'altezza! Abbiamo detto già come uno scheletro di salamandra fosse da Scheuchzer solennemente battezzato *homo diluvii testis*, e come i canonici di Saint Vincent attribuissero a san Vincenzo le ossa di un mammut. Ma Cuvier, che aveva fatto giustizia dei pretesi giganti, credette di poter anche contestare l'esistenza dell'uomo antidiluviano, almeno in Europa, e la sua contemporaneità con le specie estinte; non solo: egli pretese che il mammifero l'organizzazione del quale più s'avvicina all'uomo, la scimmia, non si trovasse affatto nei terreni anteriori al diluvio, mentre, come vedremo più innanzi, vennero trovate proscimmie già nell'eocene, e scimmie nel miocene. Allora, per altro, Cuvier faceva legge: tanto che le prime scoperte non furono prese affatto in considerazione, come quella (1797) dell' archeologo inglese John Frère, a Hoxne, nella contea di Suffolk, di armi di silice miste a ossa d'animali appartenenti a specie estinte. Ma nel 1823 il geologo inglese Buckland scopriva ossa umane insieme ad ossa di iene e d'orsi spelei nella grotta di Kirkdale, e proclamava la loro contemporaneità; nel 1826 un geologo francese, Tournal, pubblicava le scoperte da lui fatte in una caverna del dipartimento dell'Aude, dove avea trovate ossa d'auroch (*bos priscus*) e di renna lavorate dalla mano dell'uomo, e quattro anni dopo de Cristol scopriva nelle caverne del Gard e del Herault dei resti umani insieme ad ossa di orso, di iena e di rinoceronte. Tutti questi fatti, ed altri, furono riuniti e discussi da Marcello de-Serres, professore alla Facoltà di scienze di Montpellier, nel suo «Saggio sulle caverne», argomento che fu poi ripreso da Desnoyers nel 1849 nel suo bel capitolo sulle « Grotte » nel Dizionario universale di Storia naturale diretto da d'Orbigny, da A. Badin nel volume «Grotte e caverne» (1865), da Boyd Dawkins nel volume « Le caverne e i loro antichissimi abitatori » (1876), da M. Martel nella splendida opera « Gli abissi » (1894), e da J. Fraipont nel ricco volume « Le caverne e i loro abitanti » (1896), per non citare che i maggiori autori, e le opere di carattere generale.

Le scoperte anzi dette, quelle di Schmerling nelle caverne dei dintorni di Liège, celebri pel così detto cranio d'Engis, le ricerche di Lund, d'Agassiz nelle caverne d'America, dove, a Sumiduro, trovò ossa umane mescolate ad

avanzi di megateri, di milodonti, di megalonici, gli studi fatti in Svezia e in Danimarca sui così detti *kjoekkenmoeddings*, cumuli dei residui dei pasti degli abitanti preistorici di quelle regioni, nei quali, in mezzo a conchiglie, a ossami d'animali d'ogni sorta, si trovarono delle selci lavorate, e le memorie pubblicate sull'argomento da Thomsen, Nilsson, Worsaae, Steenstrup, Forchhammer e da altri illustri archeologi, i risultati degli scavi fatti nel 1858 nel Devonshire sotto la direzione della Società Reale di Londra, le ricerche di Boucher de Perthes in Piccardia, controllate e continuate da Falconer, Prestwich, Evans, Flower, Lyell, e da altri, diedero origine alla paleontologia umana, o paletnologia, o paleoantropologia, che si potrebbe definire la storia dell'uomo primitivo narrata da' suoi avanzi, o, secondo il de Mortillet, lo studio dell'origine e dello sviluppo dell'umanità avanti i documenti storici. Tracciata la via, gli studiosi della nuova scienza in breve furono numerosi, e le scoperte seguirono pur numerose alle scoperte, sicchè essa s'arricchì in breve di materiali cospicui, di memorie e di trattati importanti, ed ebbe cattedre, giornali, associazioni e congressi, e soprattutto congressi internazionali di grandissima importanza, la prima idea dei quali sorse in seno alla Società italiana di Scienze naturali riunita a Spezia nel 1865, e che poi si succedettero, negli anni seguenti, a Neuchâtel, a Parigi, a Norwich, a Copenaghen, a Bologna, a Bruxelles, a Stoccolma, a Budapest, a Lisbona, ecc. col nome di Congressi internazionali di Antropologia e di Archeologia preistorica. Il primo Congresso, nel 1866, a Neuchâtel, in Svizzera, ebbe a presidente E. Desor, a vice-presidenti A. Bertrand e C. Nicolet, a segretario Gabriele de Montillet.

Tomba di giganti nella bassa Sassonia.

Così a poco a poco fu resuscitato l'uomo primitivo, l'uomo cioè le vicende, gli usi e i costumi del quale non furono tramandati a noi da alcuna memoria storica scritta od orale, e che per ciò fu detto preistorico. Torquato Taramelli in una sua memoria « Su alcuni oggetti dell'epoca neolitica rinvenuti in Friuli » (1874), precisando il valore del vocabolo, dichiarava « preistoriche quelle popolazioni che noi ammettiamo aver esistito in una regione, non per documenti storici o per tradizioni, ma per avanzi di scheletri o di umana industria o di umano soggiorno, in condizioni tali rinvenuti da non essere spiegabili colla scorta dei fatti storici ». Paolo Lioy nell'opuscolo « Le abitazioni lacustri di Fimon » preferiva la denominazione « esostorico » come quella che esprime meglio il principale « carattere negativo dell'uomo primitivo, che è lo starsi fuori della storia ».

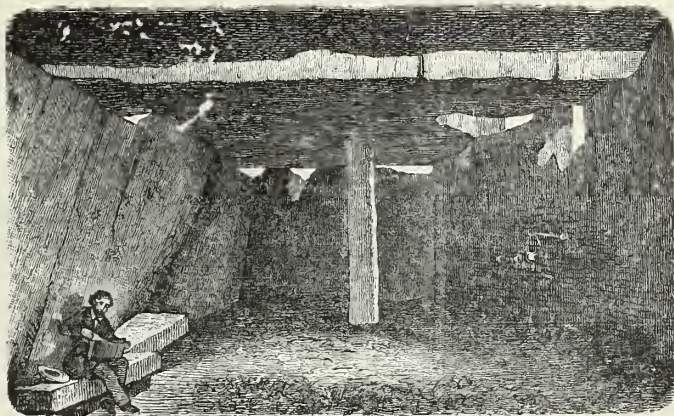
L'uomo primitivo visse nelle caverne (*specus erant pro domibus*, disse

Plinio), o scavò od innalzò capanne sui poggi, sulle rive dei fiumi; sicchè le sue reliquie si trovano principalmente nelle spelonche o negli antichi terreni alluvionali e nei depositi degli antichi corsi d'acqua o anche degli attuali, ma in tal caso ivi portate da anteriori depositi. Le selci lavorate delle alluvioni sono grosse, larghe, tozze, assai più di quelle delle caverne, e facilmente riconoscibili per la lucentezza, per lo smussamento degli angoli e degli spigoli, per le alterazioni subìte per opera dell'acque; tutte hanno uno o due taglienti, spesso hanno una faccia piana e l'altra convessa, qualche volta hanno forma amigdaloide od ovalare, e furono evidentemente armi offensive; ma non solamente armi offensive. Lubbock scrive: « è inutile far congetture sull'uso di queste armi grossolane; noi potremmo quasi domandare a qual uso non potevano servire ».

Veduta dell'esterno d'una caverna preistorica.

Numerose sono le caverne ossifere scoperte in Italia. Ricordiamo fra le più importanti in Italia quelle della Sicilia che furono visitate da Falconer (1859), poi da Anca, in parte vere abitazioni, in parte solo stazioni temporanee o luoghi di riunione per feste, banchetti o funerali. Quella di Carburanceli fu anche visitata dal Gemmellaro, che vi trovò, insieme a carboni e a selci lavorate, ossa di *hyaena crocuta*, *elephas antiquus*, orso comune, ecc. (1866). Il marchese della Rosa illustrò le grotte del litorale di Trapani; Saverio Ciofalo quelle dei dintorni di Termini Imerese; quella di Lazzaro, nei dintorni di Noto, fu illustrata da Andrian (1878). Le grotte dei Balzi rossi o di Mentone furono visitate dal Deo Gratias (1845), da Rivière, da Issel, ecc. In esse si trovarono molte conchigliette (*cyclonessa neritea*) e denti di *cervus elaphus* forati, ossa di carnivori spelei, di uccelli, pietre, ossa e corna levigate, e molte ossa umane rossigne e lucenti, fra cui uno scheletro umano quasi completo, lungo oltre 180 cm. a cranio dolicocefalo. Issel visitò anche altre caverne della Liguria, e fra l'altre quella detta « delle arene candide », ricca d'ossa umane, che fu giudicata (1877-78) cimitero e abitazione insieme. Altre caverne notevoli sono quelle di Verezzi, pure in Liguria, visitata dal Ramorino (1867); la grotta dei Colombi nell'isola Palmaria esplorata dal Capellini (1873) e dal Regalia, ricca di coltellini, di raschiatoi, di schegge di selce piromaca e di diaspro, di utensili ossei, di conchiglie forate, e di ossa umane e d'animali così infrante e con tracce tali di fuoco, che il Capellini ne giudicò antropofagi gli abitanti: ipotesi combattuta dal Regalia; la grotta presso Talamone studiata da Zucchi e da Regnoli; la grotta del Diavolo, al capo Leuca, esplorata ed illustrata dal Botti; la grotta del Pulo presso Molfetta, esplorata da Govene e da Capellini; la grotta dell'Onda, nelle alpi Apuane, studiata dal Regnoli (1867); la famosa tana della Mussina in provincia di Reggio d'Emilia, nella quale Chierici (1872)

credette scoprire un altare umano, intorno a cui trovò ossa umane infrante e in parte combuste; le grotte dell' isola Pianosa pur studiate dal Chierici (1875); la caverna di re Tiberio, a Rivola, esplorata da Scarabelli; la caverna del Sasso delle Capre, in val Solda, nel Comasco, studiata da Castelfranco (1877); le grotte funerarie dei dintorni di Cagliari studiate da Mantovani (1880), Orsoni e Melori; l'antro del Capraio, presso Narni, scoperto da Bellucci; la grotta Cola sull'Arunzo nell'Abruzzese studiata da Nicolucci (1876); le caverne di monte delle Gioie, presso Roma, esplorata da De Rossi; le caverne di Civitella del Tronto, studiate da Rosa, ecc.

Importantissima fu la scoperta fatta dal professor Giuseppe Ragazzoni ai piedi della collina di Castenedolo nel Bresciano, da lui illustrata nella memoria « La collina di Castenedolo sotto il rapporto antropologico, geologico ed agronomico » (1880). Ivi sino dal 1860, in un declive coperto da terra di scarico, apparvero ossa umane, sepolte a due metri di profondità in un banco madreporico, cementato da argille verdi ed azzurre, e di formazione pliocenica. Nel 1880, nello stesso sito, fu trovato uno scheletro intero sepolto entro argilla azzurra che posava sul banco madreporico e faceva passaggio superiormente a sabbie gialle. Il terreno dal Ragazzoni fu attribuito al pliocene inferiore.

Veduta dell'interno di una caverna preistorica.

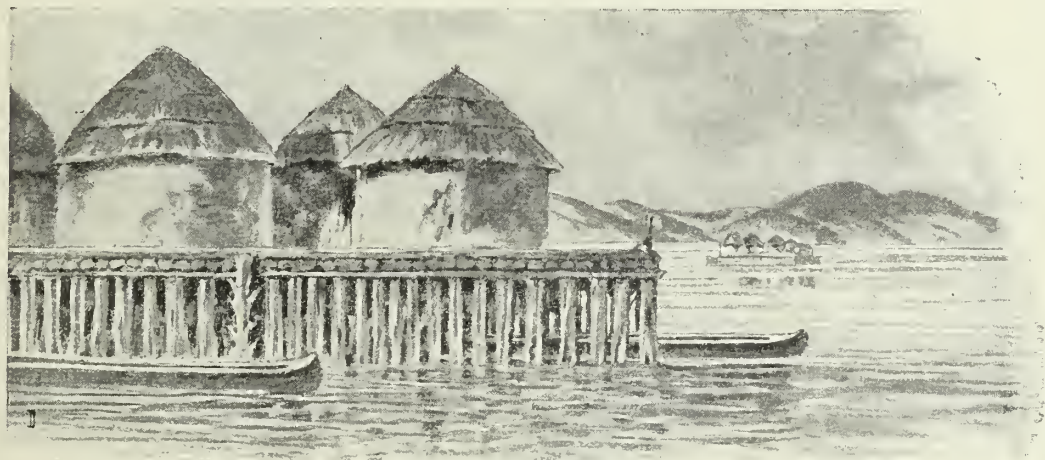
Fra le principali scoperte paletnologiche fatte nei terreni alluvionali in Italia ricorderemo il cranio umano raccolto dal Cocchi a Colle dell'Olmo, nell' Aretino, a 15 metri di profondità entro uno strato di marna argillosa lacustre sottostante a potente deposito ghiaioso, insieme a un'ascia di selce, a una zanna d'elefante, e ad alcuni carboni; le selci raccolte dall'Angelucci sul Gargano (1872); le selci lavorate trovate dal Ceselli a Ponte Mammolo nelle brecce quaternarie romane (1866); quelle trovate da Mantovani e De Verneuil nelle brecce marine distese fra le sabbie e i conglomerati vulcanici sulla destra del Tevere; quelle trovate sul Gianicolo, in brecce plioceniche, da De Rossi (1872) e Nicolucci (1870); gli oggetti litici raccolti a migliaia dal Bellucci nel Perugino (1874); le armi e gli utensili di pietra raccolti dal Rosa (1871) nella valle della Vibrata in provincia di Teramo; le selci lavorate trovate dal Nobili presso Chieti, e più tardi dal Chierici, ecc.

Numerosissime e importantissime sono le caverne ossifere esplorate fuori d'Italia, a cominciare da quella di Aurignac nell'Alta Garonna, nella quale Lartet trovò molte ossa di mammiferi quaternari, ceneri, carboni, armi ed utensili litici (1860): citiamo quella di Moustier, nella valle della Vezère, nella Dordogna, visitata da Lartet e da Christy, che fornì selci lavorate, ciottoli da fionda, ascie a punta di lancia, raschiatoi tipici, ossa di orso e di

iena spelea', e denti di mammut; le caverne della valle della Mosa e della Lesse esplorate dal Dupont, e dallo Schmerling, fra le quali famose quella ricchissima di Chokier presso Liegi e quella di Engis , che fornì un cranio umano; quella di Brixham, nel Dewonshire, scoperta da Falconer, che diede corna di renna e un omero d'orso, poi, a maggiore profondità, ossa di specie estinte e selci lavorate; quella di Kent (1864), che fornì ossa di animali estinti, selci, raschiatoi, punteruoli, aghi, ed altri strumenti d'osso, azze e coltelli di bronzo, cocci, indubbiamente abitata in parecchie età successive; il buco della Jena presso Wels, con ossa umane calcinate, strumenti di pietra e d'osso, avanzi di mammiferi di specie estinte ; la caverna di Schussenried nel Wurtemberg, che diede più di 500 selci e molte ossa lavorate, avanzi di renna, cavallo, orso, lupo, volpe polare, ecc.; la caverna di Thayngen in Svizzera, che diede un cranio umano, ecc. Importantissima è la stazione paletnologica di Solutré, in Francia; importantissime sono le caverne di Laugerie-Haute nella Dordogna, e la stazione della Madeleine, pure nella Dordogna, che si considerarono tipiche di epoche determinate poi.

D' importanza tutt'affatto speciale sono le scoperte scandinave. Le prime si riferiscono al 1844, agli scheletri umani che Swen Nilsson scoprì nei banchi conchigliferi del Bohuslän, ad una certa altezza sul mare, in tali condizioni da far supporre il deposito anteriore al sollevamento ed alla emersione degli strati, e a quelli che furono trovati a Stängenas, a 30 metri sul mare, a quasi un metro sotto la superficie di un deposito corallifero intatto. Poi l'attenzione degli studiosi fu portata sui già nominati *kjokkenmöddings*, cumuli di dimensioni talora considerevolissime, giacchè ve ne sono che misurano sino a 300 metri di lunghezza, allineati lungo la spiaggia del mare, fatti di sabbie e ghiaie commiste a conchiglie di specie ora non più conviventi, ad avanzi di pesci pelagici, ad ossa di uccelli, di mammiferi, ad armi e strumenti litici e d'osso, a ruderi di fornelli e di focolari, a cocci di rozze stoviglie. Questi cumuli, come si disse, si attribuirono ad avanzi di cucina di popoli preistorici, antichissimi, secondo il Worsaae, meno antichi secondo Steenstrup , pescatori d' alto mare secondo lo Joly. Infine si scopersero in Danimarca le così dette paludi a foreste o *skovmoses*, bacini torbosi di varia estensione, fatti di torba poltacea in fondo, e di torba originata da piante acquatiche *(hypnum)* alla superficie, ricchi di avanzi di pini, con tracce di fuoco, di selci lavorate, di ossa di *bos primigenius*, di cervo, ecc, nel fondo, di strumenti di bronzo superiormente misti ad avanzi di quercia, e infine di strumenti di ferro misti ad avanzi di faggio: un vero « calendario forestale », come ebbe a dire il Virchow (1866).

Un'altra scoperta importante fu fatta nel 1853. Causa una straordinaria magra nel lago di Zurigo , il fondo , presso la riva , venne allo scoperto, e con esso vennero in luce molti pali infitti nel fondo del lago e tracce non dubbie d'un'industria primitiva. Fu Ferdinando Keller il primo ad occuparsene pubblicando una interessante memoria negli atti della Società degli antiquari di Zurigo col titolo « Le palafitte celtiche dei laghi svizzeri » (1854); seguirono Desor, col suo bel libro « Le palafitte o costruzioni lacustri del lago di Neuchâtel » (1868), Morlot , Troyon , Heer, Rutimeyer.

Infine le palafitte si scoprirono nella maggior parte dei laghi svizzeri ed oggidì se ne conoscono oltre a duecento, alcune fatte di numerosissimi pali sottili, profondi, addossati gli uni agli altri (*pfahlbau* o costruzione su pali), altre fatte di grossi tronchi di pino, larice, abete, ontano o quercia, poco profondi, recinti al basso da monticelli di pietre (*packwerkbau*, o costruzione impacchettata). Tra gli avanzi delle palafitte la messe litica fu abbondantissima; le selci levigate, le accette di serpentino, di diorite, di quarzite, di cristallo di rocca, i lisciatoi, i brunitoi, i cunei, i martelli, le coti, i cocci di stoviglie, le fusaiuole, dischetti forati che altri considerano come pesi da reti, o come emblemi, gli strumenti d'osso e di corno, le ossa, spezzate e con tracce di coltelli silicei e di denti, di varie specie, alcune delle quali estinte, di mammiferi selvatici e domestici, gli avanzi di piante coltivate, rivelano in quelle palafitte antichi villaggi, antiche città lacustri. Löhle assegnò oltre a

Villaggio preistorico con palafitte

centomila pali alla stazione di Robenhausen nel lago di Costanza. Il villaggio lacustre di Morges sul lago di Ginevra occupava una superficie di 16.560 metri quadrati, e contava almeno 300 capanne. Altri di questi villaggi preistorici appartengono ad epoche meno antiche, giacchè vi si trovarono strumenti di bronzo, vasi più finiti, e graffiti; qualcuno, come quelli dei laghi di Bienne e di Neuchâtel, appartiene ad un' epoca più recente ancora, giacchè vi si trovarono strumenti di ferro, e avanzi di animali domestici in copia maggiore. Altre palafitte si scopersero poi in altri laghi europei, nei laghetti della Carinzia, in Polonia, in Ungheria, nella Baviera, in Olanda, in Francia, in Inghilterra, in Scozia, ecc. In Italia le prime palafitte furono scoperte da Giovanni Moro nel 1859, nelle torbiere di Mercurago, presso ad Arona, e furono illustrate dal Gastaldi con la memoria « Selci lavorate, oggetti di bronzo e di legno lavorati, trovati nelle torbiere di Mercurago presso Arona », pubblicata nel « Nuovo Cimento » (1860), e con altre memorie e pubblicazioni varie. Nei laghi lombardi le prime palafitte furono scoperte dallo Stoppani (1863), dal Desor e dal Mortillet nel lago di Varese che ora ne conta otto, l'ultima delle quali scoperta dal Regazzoni (1881). L'isoletta del lago di Varese, già detta isola Cammilla, poi l'Isolino, poi (1878) dal Congresso della Società italiana di Scienze naturali isola

Virginia, ha speciale importanza, giacchè gli studi e le ricerche del Forster e del Ponti mostrarono come essa si sia elevata appunto mercè i depositi d'una vasta palafitta. Le palafitte del lago di Varese, dei vicini laghetti di Monate, di Comabbio, di Biandronno, come quelle delle torbiere e dei laghetti della Brianza, furono studiate, oltre che dallo Stoppani, dal Ranchet, dall'Angelucci, dal Quaglia, dal Marinoni, ecc. Altre palafitte preistoriche, che diedero varia messe d'armi e strumenti, e d'ossa, hanno il lago di Pusiano, il Benaco, ecc. Interessantissima è la stazione di Polada, nella torbiera omonima, fra Desenzano e Lonato, scoperta dal Rambotti (1872), studiata dal Gastaldi, dal Pigorini, dal Marinoni, dal Martinati, ecc.; interessanti il villaggio lacustre preistorico messo in luce dal Lioy nel 1864 nella valle di Fimon presso Vicenza, la stazione Demorta in quel di Castel d'Ario nel Mantovano, scoperta dal Masè nel 1873, illustrata dal Chierici, ecc.

Un'altra scoperta di grande importanza fece il Gastaldi nel 1861. Nella regione emiliana erano noti da molto tempo certi ammassi di terre argillose, ricche di sostanze azotate, che col nome di *terre-marne* o *mariere* o *terremare* si usavano per fertilizzare i terreni poveri, ammassi nei quali s'eran trovati oggetti d'industria umana, che eran stati riferiti da qualcuno all'epoca romana, e da altri eran stati giudicati avanzi di necropoli galliche. Il Gastaldi nelle memorie « Cenni su alcune armi di pietra e di bronzo, trovate nell' Imolese, nelle marmiere Modenesi e del Parmigiano » pubblicata negli Atti della Società italiana di Scienze naturali nel 1861, e « Nuovi cenni sugli oggetti d'alta antichità trovati nelle torbiere e nelle marmiere d'Italia » (1862), non esitò ad assegnare quelle reliquie ad epoche preistoriche, e specialmente all'epoca del bronzo. Le terremare, nome col quale oggi s'intende precisamente un deposito preistorico circondato da fossa o da argini, con palafitte nell'interno, riferibile, almeno in Italia, all' età del bronzo, furono studiate dal Chierici, dal Pigorini, dallo Strobel, dal Canestrini, dal Boni, dallo Scarabelli, dal Foresti, dallo Zannoni, dal Tassinari, dal Parozzi, dal Marinoni, dall'Helbig, dal Brizio, dal Molon, dal Desor, dal Morlot, ecc. Fra le più interessanti sono quella di Castione, con tre palafitte sovrapposte, circondata da un argine munito di gabbioni pieni d'argilla, ricca di ossa di animali domestici, di avanzi di molluschi d'acqua dolce, di stoviglie, di oggetti di bronzo, fra cui le fibule nelle quali l'Undset vide la forma primitiva dello spillo di sicurezza,

Cocci di stoviglie preistoriche.

di utensili di corno e di legno, illustrata dal Chierici, che contò 27 terremare nel Reggiano, mentre il Pigorini e lo Ströbel ne contavano (1864) 29 nel Parmigiano; la terramara del Montale illustrata dal Boni, in parte, come quella di Castione, acquistata dal Ministero della Pubblica Istruzione; quella di Pragatto nel Bolognese illustrata dallo Zannoni (1881); la terramara di Casola Valsenio segnalata dal Tassinari (1865); quella di Campo Chiavichetto a Regona di Seniga nel Bresciano, illustrata dal Marinoni (1874), dove forse fu una fabbrica di stoviglie. Alle terremare d'Italia corrispondono i così detti *terpen* d'Olanda, appartenenti però ad epoche più recenti, nelle quali già si lavorava il ferro, onde il Dirks (1881) ebbe a chiamarle terremare storiche. Queste « abitazioni sociali, preparate e munite con costruzioni grandiose, sistematiche, uniformi, embrioni di città », come ebbe a definirle il Chierici, e qualcuna già con gli essenziali caratteri delle primissime città italiche, furono abitate, secondo il Brizio, il Molon ed altri, da tribù di liguroidi: ipotesi questa che il Pigorini combattè, e contro la quale altri oppose l'altra più probabile, che fa derivare più o meno direttamente dall'Asia i terramaricoli.

Altra specie di monumenti preistorici, già noti, ma illustrati solo nella seconda metà del secolo XIX, sono i *nuraghi*, dei quali lo Spano contò più di quattromila in Sardegna, e che lo Spano stesso illustrò nella sua « Paleoetnologia Sarda » (1871), grandiosi edifici a forma di torri coniche ad apice troncato, fatti di grosse pietre semplicemente assestate nei più antichi, cementate nei più recenti, alti sino a venti metri, con un diametro da sei a diciotto metri, con uno o più piani, appartenenti a diverse epoche preistoriche, con frammenti di stoviglie, di strumenti litici ed enei, abitati da genti che forse vennero dal Senaar, poi da Fenici ed Egizi. Presso i nuraghi si trovano d'ordinario le così dette *sepolture dei giganti* illustrate dal Lamarmora nel suo

Armi preistoriche.

Fig. 1, Scure di bronzo. — Fig. 2, 3, Cuspidi di frecce in selce. — Fig. 4 e 5, Pugnaletti di bronzo.

« Itinerario dell'isola Sardegna », recinti che si considerano come sepolture degli abitanti dei nuraghi. Analoghi ai nuraghi, e forse contemporanei, sono i *caseddu* di terra d'Otranto, casolari fatti di lastre di pietra, i *truddhi* presso che uguali nella provincia di Bari, i *sesi*, monticelli petrosi cupoliformi o cilindroidi, dell'isola Pantellaria, illustrati da Guido Della Rosa nelle sue « Abitazioni dell'epoca della pietra nell'isola Pantellaria « (1871), i *talayoti* delle

isole Baleari, e le costruzioni analoghe dell'Algeria illustrate da Letourneux, i *burgs* della Scozia in uso, secondo Lubbock, anche in tempi storici, i *pickshouses* pure della Scozia, anch'essi, secondo Huxley, dell'epoca litica, i *castellieri* o *strarigrad* dell'Istria illustrati da Burton nelle sue « Note sopra i castellieri e rovine preistoriche nella penisola istriana » (1877). Col nome poi di monumenti megalitici si intendono altre costruzioni fatte di grossissime pietre, sparse per tutto il mondo, e attribuite tutte ad epoche preistoriche, note con vari nomi, come i *dolmens*, da qualcuno ritenuti templi druidici,sia che i druidi li costruissero, o sia che, come è più probabile, li avessero trovati già eretti, forse un'imitazione ultima delle grotte naturali, fatti di enormi blocchi di roccia, più spesso di grandissime lastre poste verticalmente con altre lastre orizzontali a guisa di soffitto, internamente divise talora in due o più camere, con un ingresso qualche volta preceduto da un vestibolo, forse grotte sepolcrali, spesso sepolti sotto cumuli terrosi (*tumuli*), di forme e dimensioni svariatissime, con oggetti litici, strumenti di bronzo, di rame e di ferro, scheletri umani, ossa combuste talora contenuti in urne funerarie, ceneri e carboni. In un tumulo presso Caltanissetta si trovarono oltre a cinquanta crani e molti coltellini di ossidiana. I tumuli nel Leccese, dove sono frequenti, e furono illustrati dal Nicolucci, si dicono *specchie*. Altri di questi monumenti megalitici sono gli *haouanets* dell'Algeria, scavati nelle rocce; i *menhirs* comunissimi in Francia, forse monumenti commemorativi, enormi pietre verticali, detti *bilites* se ad essi sovrasti una pietra orizzontale; le *pietre fitte*, poco dissimili, di terra d'Otranto e di Sardegna; le *pietre allineate*, delle quali si ha uno splendido esempio a Carnac, in Bretagna, dove sovra un'area di tre chilometri quadrati se ne contano circa quattrocento su undici file, e si crede originalmente fossero oltre a diecimila; i *cromlechs*, specie di circuiti segnati da pietre, forse templi o cimiteri o recinti per pubbliche riunioni, comuni in Inghilterra, dove sono specialmente famosi quelli di Stoneheusg e di Abury, e dei quali si ha qualche esempio pure in Italia, ad Este, presso Sesto Calende, sul piano di Mallevalle presso al Ticino, e nel piano di Somma Lombardo, presso alle tombe di Golasecca; le *pietre a scodella*, delle quali si occuparono il Desor nella monografia « Le pietre a scodella » (1879), il Barelli nella « Rivista archeologica della provincia di Como » (1880), ed altri, frequenti nella Svizzera, in Brettagna, nei monti della Valle Intelvi, ecc., massi erratici, granitici o gnessoidi, con incavazioni circolari sferoidali, forse monumenti sepolcrali... Si riferiscono infine ad epoche preistoriche, ma relativamente recenti, i *pozzi sepolcri*, già noti in Francia, lungo le rive della Charente, precedentemente, segnalati prima in Italia dal Gozzadini, a Marzabotto, forse pozzi trasformati in sepolture, forse cloache, più probabilmente veri sepolcreti, studiati da Chierici e Strobel (1876),

Pugnali di bronzo rinvenuti nei pressi di Milano.

come quelli della Servirola in riva all'Enza, presso San Polo nel Reggiano, con urne, avanzi di roghi e di banchetti funebri, residui di pasti successivi o rituali, cocci, con tracce di sacrifici umani, quelli di Capaci presso Palermo, ecc. Sepolcri speciali, necropoli di data più recente, furono trovati ovunque: ricordiamo quello di Solutré in Francia, quello di Duruthy nei Bassi Pirenei, il sepolcro del Cavone presso Roccasecca in Terra di Lavoro, quello di Castelguelfo nel Parmigiano, ed altri a Caltanissetta, a Cantalupo Mendola, presso Roma, a Sgurgola, pure in provincia di Roma, la grandiosa necropoli degli Etruschi felsinei con 365 tombe nella Certosa di Bologna, la necropoli scoperta presso la terramara di Casinalbo nel Modenese, la necropoli di Quattroville, a Pietole vecchio, nel Mantovano, la necropoli di Golasecca sulle due rive del Ticino, a mezzodì del lago Maggiore, la necropoli di Rovio nel canton Ticino, la necropoli presso l' antica Velleia attribuita dal Mariotti ai liguriVeleati o Eleati, la necropoli di Carpineto, quella di Monte Robetto presso Jesi, quella dei Colli Albani, ecc.

Fra i più illustri paletnologi del secolo dobbiamo ricordare Boucher de Perthes de Crèvecoeur. Nato a Rethel nelle Ardenne nel 1788, pubblicò nel 1839 cinque grossi volumi « Della creazione, saggio sull'origine e la progressione degli esseri » che resero favorevolmente noto il suo nome, poi, nel 1847, le « Antichità celtiche e antidiluviane », opera nella quale fece conoscere le sue belle ricerche paletnologiche e la sua scoperta dei prodotti dell' industria umana prima del diluvio, che determinò veramente la nuova scienza paletnologica. Queste ricerche furono da lui iniziate nel 1839 nel dipartimento della Somma, e diedero alla luce selci lavorate evidentemente dalla mano dell'uomo, miste ad ossa di animali estinti, di specie che Cuvier considerava fossili, sicchè egli venne nella persuasione dell'esistenza dell' uomo fossile che Cuvier negava. Ma invano egli sollecitò un'inchiesta scientifica; non fu che quando egli ebbe accumulato prove su prove, e pubblicato un altro volume sull'argomento (1857), che geologi francesi e inglesi si indussero a recarsi sul luogo. L' inchiesta fatta da Lyell, Prestwich e Flower della Società Reale di Londra, e dai francesi Prevost, Rigollot, Gaudry e Lartet, la scoperta fatta poi d'una mascella umana nel *diluvium* di Moulin Quignon presso Abbeville, nel 1863, posero fuor di dubbio l'esistenza dell'uomo fossile, dell' uomo post-pliocenico. Boucher de Perthes, autore anche di numerose relazioni di viaggi da lui fatti nell'Italia, nel bacino del Danubio, in Danimarca, in Russia, ecc. morì nel 1867. Altro illustre paletnologo fu Carlo Lyell, dell'opera del quale abbiamo già detto, e il di cui volume « Della evidenza geologica dell' antichità dell'uomo » fu giustamente celebre. Edoardo Lartet, nato a Castelnau-

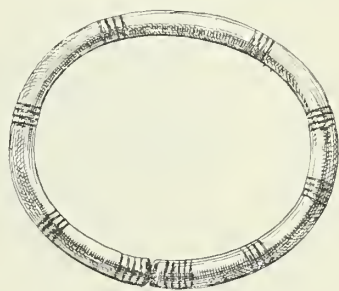



Fig. 1.

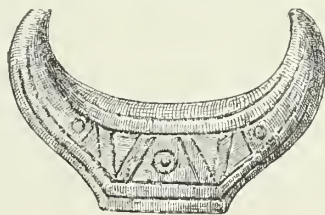



Fig. 2.

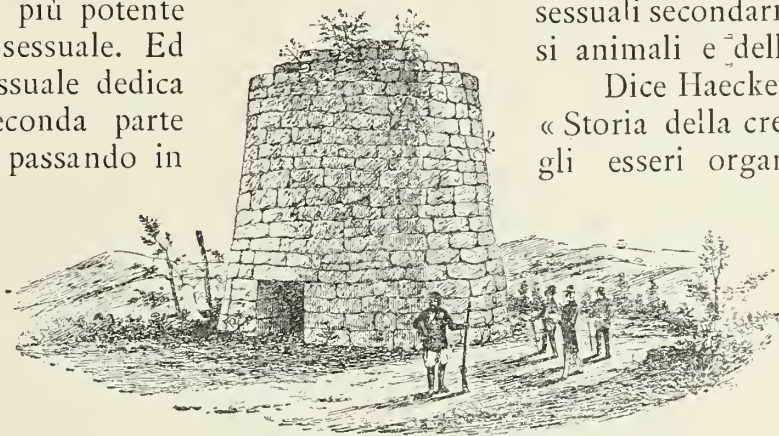
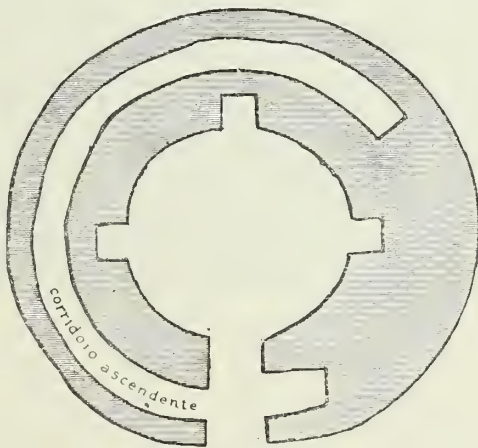
Fig. 1, Braccialetti di bronzo.
Fig. 2. Capezzale di terra cotta.

Barbarens nel 1801, uno dei membri dell'inchiesta sulle scoperte di Boucher de Perthes, noto già per una memoria sugli scavi di Sansan pubblicata nel 1835 nel Bollettino della Società Geologica di Francia, pubblicò il resoconto delle sue ricerche nel 1851 col titolo « Notizia sulla collina di Sansan », notizia importante soprattutto perchè nei terreni miocenici che la costituiscono fu scoperta la prima scimmia fossile, il *protopithecus antiquus*. Nel 1865 Lartet pubblicava un'altra nota « Sur una grande scimmia fossile » scoperta a Saint-Gaudens nell'Alta Garonna, e alla quale diede il nome di *dryopithecus*. Nello stesso anno Alberto Gaudry portava dall'Attica molti scheletri di nuove specie di scimmie fossili, e nel 1860 pubblicava la memoria « Sull'antichità geologica della specie umana nell'Europa occidentale », nella quale stabiliva la contemporaneità dell'uomo e degli animali scomparsi degli ultimi tempi geologici, ed erano descritte le scoperte fatte nella famosa grotta d'Aurignac. Lartet poco dopo pubblicò la sua « Monografia degli elefanti fossili » nella quale prova la contemporaneità dell'uomo col mammut, e nel 1868 l'opera « Su alcuni casi di progressione organica verificati nella successione dei tempi geologici ». La morte (1871) lo sorprese mentre lavorava al più importante de' suoi scritti « Le reliquie aquitaniche » con la collaborazione di Christy.

Nello stesso anno della morte di Lartet, Carlo Darwin pubblicava la più discussa delle opere sue, quella che si riferisce all' origine dell'uomo, e che intitolò appunto « L'origine dell'uomo e la selezione in rapporto al sesso ».

Carlo Darwin, forse allo scopo di rendere più facile l'accettazione della teoria trasformistica, come osserva il Morselli nella memoria già citata, aveva taciuto nell'opera « Dell'origine delle specie », e nelle altre, della origine dell'uomo; ma era evidente che la teoria dell'evoluzione doveva pur essere applicata all' uomo. Dell' uomo è manifesta la variabilità per le numerose razze viventi. Nell' uomo è pur manifesta la ereditarietà dei caratteri, i fenomeni dell'atavismo sono notevolissimi. Viva è tra gli uomini la lotta per l'esistenza, e di continuo si assiste al loro adattamento alle condizioni della vita. L'elezione naturale, l' elezione psichica sono evidenti. Ed è finalmente evidente l'evoluzione perfezionatrice dell'uomo: il progresso continuamente realizzato da esso nell'intelligenza, nel linguaggio, nella conquista della civiltà e della libertà, nello sviluppo dei sentimenti di fratellanza e d'uguaglianza. Del 1871 d'altra parte già la teoria del trasformismo avea trovato numerosi e valenti sostenitori, che avevano diffuso l'idea e accumulato le prove, e il problema stesso della origine naturale dell'uomo era in grande parte risolto grazie a Wallace, a Huxley, a Lyell, a Vogt, a Lubbock, a Büchner, a Haeckel, a Rolle, a Canestrini, a De Filippi, per non dire che dei maggiori: già entrava in tutti l'idea che dopo tutto era per l'uomo da preferire l'essere una « scimmia perfezionata, piuttosto che un Adamo degenerato ». E Darwin pubblicò il suo volume nel quale, coordinando tutte le pubblicazioni e le ricerche precedenti, tutti i dati anatomici, morfologici, embriologici e teratologici riferentisi all'origine dell'uomo, riferisce i risultati d'un suo maraviglioso studio di psicologia comparata, nel quale dimostra che le analogie tra le funzioni mentali dell'uomo e quelle degli altri animali superiori conducono alla conclusione essere fra quello e questi soltanto una differenza di grado, nessuna differenza di qua-

lità. Carlo Darwin ricerca poi nel suo libro quale sia stato il processo di formazione delle razze umane, e dopo aver affermato e provato che le loro differenze caratteristiche non possono essere sufficientemente spiegate dalla influenza delle condizioni dell'esistenza e dalle leggi generali della variazione, crede averne trovato la causa maggiore e più potente nella scelta sessuale. Ed alla elezione sessuale dedica appunto la seconda parte del suo libro, passando in rassegna tutti i caratteri sessuali secondari delle classi animali e dell'uomo.

Dice Haeckel nella sua « Storia della creazione degli esseri organizzati secondo le leggi naturali » che la scoperta della origine evolutiva dell'uomo può essere paragonata a quella di Copernico, che primo osò proclamare che non era già il sole a girare intorno alla terra, sibbene era la terra che girava intorno al sole. Come il sistema astronomico di Copernico distrusse l'errore geocentrico, l'idea erronea che faceva della Terra il centro del mondo, intorno cui gravitava tutto l'universo, l'applicazione già tentata da Lamarck della teoria genealogica all'uomo distrugge il concetto antropocentrico, la vana illusione secondo la quale l'uomo è il centro della natura terrestre di cui tutte le forze sarebbero destinate a servirgli. Fu la teoria newtoniana della gravitazione che fornì al sistema di Copernico la sua base meccanica; fu la selezione darwiniana che fornì la sua base eziologica alla teoria genealogica di Lamarck, a questa teoria che già Lucrezio Caro aveva intravisto, come aveva notato la gravità dell'errore antropocentrico, in quel maraviglioso canto quinto del suo poema « Della natura delle cose »:

Nuraghi.

Pianta di un Nuraghe.

> Il dir poi che gli Dei per util nostro
> vollero il mondo fabbricare,
> . . . .
> . . . . è, s'io non erro,
> un'espressa pazzia.

Solo che, per poter applicare la teoria genealogica all'uomo, bisogna spogliarsi di tutte le antiche e comuni idee sulla creazione dell'uomo, di tutti

i pregiudizi nostri, bisogna figurarci, secondo l'esempio di Huxley, di essere abitanti d' un altro pianeta venuti sulla terra in un viaggio scientifico per l'universo, e di avere trovato un mammifero bipede molto diffuso sulla superficie terrestre, di averne raccolto un certo numero di campioni di diverse età e di diverse regioni, di aver portato questi con altri esemplari zoologici conservati nell'alcool nel nostro pianeta per sottoporli ad uno studio puramente oggettivo.

È così che Huxley ha riunito in un medesimo ordine, che chiamò l'ordine dei *primati*, l'uomo, le scimmie e le proscimmie, e che divise quest'ordine in sette famiglie di valore press'a poco uguale: 1) *Autropiniani* (l'uomo); 2) *Catarriniani* (vere scimmie dell'antico continente); 3) *Platirriniani* (vere scimmie d'America); 4) *Arctopiteciani* (scimmie ad artigli d'America); 5) *Lemuriani* (proscimmie a piedi corti e a piedi lunghi); 6) *Cheiromiani* (aye-aye o *chiromys madagascariensis*); 7) *Galeopiteciani* (scimmie volanti). Haeckel separa le tre ultime famiglie dal gruppo dei primati, afferma che il genere

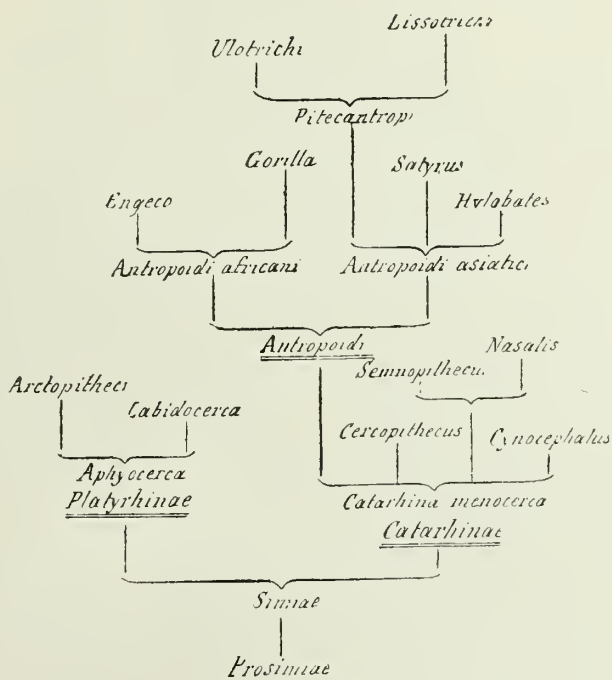
Paesaggio sardo con nuraghi.

umano è un ramuscolo delle catarriniane, che s'é sviluppato nell'antico continente, e deriva da scimmie da lungo tempo estinte di questo gruppo, e dopo aver passato in rivista le scimmie antropoidi attualmente viventi, il *gorilla engena* dell'Africa occidentale, il cimpanzè o *engeco troglodytes* pure dell'Africa occidentale, l'orang-utang di Borneo e dell'altre isole della Sonda, del quale si distinsero due specie, il *pithecus satyrus* e il *pithecus morio*, e finalmente il gibbon o *hylobates* delle isole giavanesi, del quale si conoscono quattro ad otto specie, dopo aver riferito i resultati degli studi di Weisbach sui dati recati da Scherzer e Schwartz in seguito al viaggio della « Novara » intorno al mondo, resultati che consistono nel constatare che nell'uomo le analogie con le scimmie non si concentrano affatto nell'una o nell'altra razza, ma si diseminano, nelle differenti razze, in regioni speciali del corpo, in modo che ogni razza ha la sua parte dell'eredità scimmiesca, e che noi stessi, europei,

non abbiamo il diritto di credercene esenti, afferma che nessuna delle scimmie, nessuno degli antropoidi attuali potrebbe essere considerato come l'antenato dell' uomo, che gli antenati pitecoidi dell' uomo sono scomparsi, e preconizza che un giorno forse se ne scopriranno le ossa fossili nei terreni terziari dell'Asia meridionale e dell'Africa....

Nel 1891 infatti si scopriva a Giava il *pithecanthropus erectus.*

Ma già prima Haeckel aveva ricostruito l'albero genealogico delle scimmie « compreso l'uomo » così:

Ulotrichi — Lissotrichi
Pitecantropi
Gorilla — Satyrus
Engeco — Hylobates
Antropoidi africani — Antropoidi asiatici
Antropoidi — Nasalis
Semnopithecus
Arctopitheci — Labidocerca
Cercopithecus — Cynocephalus
Aphyocerca
Platyrhinae — Catarhina menocerca
Catarhinae
Simiae
Prosimiae

Frattanto un'altra scienza andava pur sviluppandosi, e recava valido sussidio alla paletnologia, l'antropologia, la scienza cioè che tratta dell'uomo e delle razze umane, tanto dal punto di vista morale che dal punto di vista fisico, e comprende tutto ciò che si riferisce all'uomo, alla sua origine, alla sua storia, comprendendo quindi in qualche modo anche la paletnologia.

Buffon aveva per primo consacrato due volumi alla « Storia dell'uomo » sulla metà del secolo XVIII. Dopo lui Blumenbach, anatomo e fisiologo valente, pubblicò nel 1775 la sua memoria «Sulle variazioni del genere umano» e nel 1790 incominciò la pubblicazione delle sue « *Decades craniorum* », opera nella quale descrisse i crani della sua ricca collezione. Nel 1791 Camper pubblicò la dissertazione «Sulle differenze che presenta il viso nelle razze umane ». Frattanto col moltiplicarsi dei viaggi, cominciavano ad affluire i documenti sulle razze lontane sin allora poco o punto note, e si iniziavano gli studi anatomici sui caratteri che le diverse razze presentavano. Da questi studi derivò una grande questione, che appassionò i naturalisti quanto li aveva appassionati poco tempo prima la questione della fissità delle specie, la disputa fra la scuola classica od ortodossa dei monogenisti che, Cuvier alla testa,

sostenevano l'unità della specie umana e la variabilità delle razze sotto l'influenza dell'ambiente e degli incrociamenti, e la scuola avversa dei poligenisti, che contava fra le sue file Virey, Bory de Saint-Vincent e Desmoulins, che ammetteva la pluralità delle specie nel genere umano e diversi centri d'origine: opinione contraria al dogma. Cuvier, che si sforzava sempre a tutt'uomo di conciliare la scienza con le tradizioni bibliche, basandosi sul fatto che sino allora non erano stati trovati gli avanzi fossili, nè dell'uomo, nè della scimmia, sosteneva che l'apparizione dell' uomo sulla terra era recente, e non datava che da sei o settemila anni. Ma, d'altra parte, per provare che la specie era invariabile, aveva invocato le pitture e le sculture dei monumenti egiziani, che datano da più di quaranta secoli, e sulle quali sono perfettamente rappresentati il tipo caucasico e il negro, e gli animali che vivono attualmente in Egitto. I poligenisti facevano notare che se erano bastati venti secoli per trasformare il bianco in negro o il negro in bianco, non si comprendeva perchè lo stesso mutamento non si potesse effettuare negli altri gruppi naturali dando luogo a differenze specifiche. Infine la teoria della fissità della specie si opponeva a quella del monogenismo. Le pubblicazioni furono numerose sull'argomento. Prichard pubblicò le sue « Ricerche sulla storia fisica dell'uomo » (1826) in favore del monogenismo; Virey oppose la « Storia naturale dell'uomo » e Desmoulins « Le razze umane ». Intanto Alcide d'Orbigny pubblicava « L'uomo americano » (1839), Morton i « *Crania americana* » (1839) e i « *Crania aegyptiaca* » (1844), Carus l'« Atlante di cranioscopia» (1845), J. B. Davis e J. Thurham pubblicavano i « *Crania britannica* » (1856-1865), von Baer i « *Crania selecta* » (1857), His e Rütimeyer i « *Crania helvetica* », Ecker i « *Crania Germaniae meridionalis occidentalis* » (1865), J. B. Davis il « *Thesaurus Craniorum* », de Quatrefages e Hamy i « *Crania ethnica* » (1873-1880).

Andrea Adolfo Retzius, nato a Lund in Svezia nel 1796, morto nel 1860, antropologo e anatomista valente, divise per primo i cranii in lunghi e corti (dolicocefali e brachicefali). Le sue opere etnologiche e antropologiche furono pubblicate dopo la sua morte, nel 1864. Poco prima, nel 1859, per l' iniziativa di Paolo Broca, con la collaborazione di Isidoro Geoffroy Saint-Hilaire, Gratiolet, de Quatrefages, Dareste, Robin, Beclard, ed altri, era stata fondata la « Società d' antropologia di Francia »; Londra, New York, Pietroburgo, Firenze, Berlino, Vienna, seguirono l'esempio di Parigi. Paolo Broca era nato a Sainte-Foy-la-Grande nella Gironda, nel 1824; nel 1853 fu nominato professore di clinica chirurgica alla Facoltà di medicina di Parigi. Le sue memorie di anatomia patologica, i suoi studi sul cervello, sono opere classiche. A lui si deve la fondazione della Scuola d'antropologia a Parigi, avvenuta nel 1876, e di un Museo e d' una Biblioteca d' antropologia, che sono fra i più ricchi del mondo. Morì nel 1880. Fra le sue opere più importanti d'antropologia sono da ricordare le « Considerazioni generali sulle ricerche antropologiche », le « Istruzioni craniologiche e craniometriche », l'« Etnologia della Francia », « La razza celtica antica e moderna », l' « Origine delle razze d'Europa », le « Razze fossili dell'Europa occidentale », i « Caratteri fisici dell'uomo preistorico » e « I primati », pa-

rallelo anatomico fra l'uomo e le scimmie; fra quelle di biologia le memorie sull'« Ibridismo vegetale e animale » in genere e su quello dell'uomo in particolare, che fecero epoca, e nelle quali dimostrava che, contrariamente alla dottrina monogenista, molti incrociamenti fra specie distinte, cane e lupo o sciacallo, bisonte e vacca, lepre e coniglio, alpaca e vigogna, ecc., dànno

Gorilla engena.

origine ad ibridi vivaci e fecondi per infinite generazioni, e che certi incrociamenti umani sono meno fecondi di quelli fra specie affini ma differenti d'animali.

Luigi Pietro Gratiolet era nato nel 1815 a Sainte-Foy-la-Grande; fu supplente di de Blainville nella cattedra d' anatomia comparata al Museo di Storia naturale di Parigi, poi successe nel 1863 a Isidoro Geoffroy Saint-Hilaire nella cattedra d'anatomia e di fisiologia comparate alla Sorbona. Le sue pubblicazioni principali sono la « Memoria sulle pieghe cerebrali dell'uomo e dei primati » (1854), contraria alla discendenza dell' uomo dalle scimmie, il « Trattato della fisionomia e dei movimenti espressivi », l'« Anatomia comparata del sistema nervoso considerata nei suoi rapporti con l'intelligenza », in cui dimostra che gli emisferi cerebrali sono la sede e l' organo immediato dell'intelligenza, che la grandezza del cervello non deve es-

sere apprezzata relativamente al volume del corpo, ma relativamente al volume del nucleo dell'encefalo e del bulbo midollare, e che il genere umano occupa nel regno animale un gruppo completamente a sè. Morì nel 1865.

Luigi Armando de Quatrefages nacque a Berthezenne (Gard) nel 1800. Viaggiò a lungo, e pubblicò il racconto de' suoi viaggi nei « Ricordi d'un naturalista » (1854). Oltre le sue numerose pubblicazioni di zoologia, fra le quali primeggiano la « Storia naturale degli anellidi », le « Malattie del baco da seta » (1859-1860), le memorie sugli axodonti, sui molluschi flebenterati, ecc., e le opere splendide destinate a popolarizzare la scienza, pubblicò numerose e pregevolissime opere di paletnologia: le « Metamorfosi dell'uomo e degli animali » (1856), « Sull'unità della specie umana » (1861), « I Polinesiaci e le loro migrazioni », « La razza prussiana », volume che partendo da concetti patriottici alterò la verità, come egli stesso ebbe poi a riconoscere, lo splendido « Rapporto sui progressi dell'antropologia » (1867), « Uomini fossili ed uomini selvaggi », « I pigmei », e l'« Introduzione allo studio delle razze umane ». Abbiamo già citato i « *Crania ethnica* », « Carlo Darwin e i suoi precursori francesi, » e « Gli emuli di Darwin ». Morì nel 1892. Spiritualista convinto, come già dicemmo, egli amava sopra ogni cosa la verità, e non ammetteva in fatto di scienza che l'esperienza e l'osservazione. Combattè sempre il trasformismo; ma rese omaggio al merito ed alla sincerità di Darwin, al valore dei suoi studi e delle sue pubblicazioni, tanto da farsi uno dei suoi più ardenti difensori nella discussione per la sua ammissione all'Accademia. Come antropologo fu monogenista. Per lui tutti gli uomini appartengono ad un' unica specie: i caratteri che li distinguono sono semplici caratteri di razza, derivati dalle migrazioni dell'uomo. Fu tra i primi a proclamare l'antichità dell'uomo, e non esitò a farne risalire l'esistenza all'epoca terziaria.

Fra i paletnologi ed etnologi più insigni del secolo XIX debbono essere inoltre ricordati specialmente Igino Cocchi, morto nel 1867, autore d' una pregevole memoria sull'« Uomo fossile nell'Italia centrale »; T. C. Nott, morto nel 1873, autore dei trattati « Tipi del genere umano » e « Razze indigene della terra »; James Hunt, fondatore della Società antropologica di Londra, morto nel 1867; Sven Nilsson, nato nel 1787, morto a Lund nella Svezia nel 1883, uno dei creatori della paleoetnologia e dell'etnografia comparate, autore di pregevolissimi scritti, fra i quali « Le abitazioni primitive della Scandinavia »; Pellegrino Ströbel, nato a Milano nel 1821, morto a Parma nel 1895, che, chiamato a insegnare storia naturale nella Università di Buenos Aires, visitò il Cile e l'Argentina, illustrò scientificamente il passo di Planchan nelle Ande meridionali ed altre località poco o punto note, arricchì i musei di Milano e di Parma di pregevolissime collezioni specialmente antropologiche, paleontologiche e zoologiche, collaborò col Pigorini allo studio delle terremare emiliane, fu deputato, ed occupò sino alla morte la cattedra di mineralogia nell'Università di Parma; D. C. Marsh, morto nel 1899 a New Haven nel Connecticut, famoso per le scoperte di vertebrati fossili nelle Montagne Rocciose, oltre a mille specie, di qualcuna delle quali si rinvennero migliaia d'individui, roditori, equidi, marsupiali, atlantosauri, mosasauri, ecc. ora raccolti nel Jale-College Museum, dove formano la più ma-

ravigliosa e impressionante collezione paleontologica del mondo; Federico Mook, nato nel 1844, morto tragicamente sul Giordano nel 1880, viaggiatore e antropologo , del quale è soprattttutto pregevole l'opera « L'êra premetallica nell'Egitto » (1880); Carlo Maggiorani, nato a Campagnano nel 1800, morto a Roma nel 1895, fondatore dell'Accademia medica di Roma, autore di pregiati « Studii craniologici sull'antica stirpe romano-etrusca » (1858-1862) e di lodate « Ricerche antropologiche nella Sicilia »(1871); Gaetano Chierici, morto nel 1886 a Reggio Emilia, sua patria, ottuagenario, autore di preziose memorie paletnografiche illustratore dello storico castello di Canossa , fondatore del ricchissimo Museo di storia patria di Reggio Emilia, fra i più illustri paletnologi italiani; Bartolomeo Malfatti, nato a Mori nel Trentino nel 1828, morto nel 1882, geografo, storico, etnografo di grande valore. Nel 1874 Luig Pigorini pubblicava interessanti « Materiali per la storia della paletnologia italiana, » e nell' anno seguente la « Bibliografia paletnologica italica », due volumetti preziosi per la storia del progresso della paletnologia in Italia.

Cimpanzè.

Riassumendo le principali pubblicazioni sull'argomento , e specialmente l' opera di de Quatrefages e Hamy « *Crania ethnica* » , la « Paleontologia umana » di Hamy (1870) , « Il preistorico » di de Mortillet, le « Ricerche sulle ossa umane scoperte a Spy, ecc. » (1887) di Fraipont e Lohest,e le più recenti e più pregiate opere di paleontologia, quelle del Gaudry (1890) e del Balfour (1895) segnatamente, si può concludere che alla scienza paletnologica attuale risulta che le differenze fra l'uomo e le scimmie, astrazion fatta dai caratteri psicologici , sono dello stesso ordine di quelle che separano le scimmie dagli ordini meno elevati; che l'uomo differisce dalle scimmie principalmente pel volume relativamente maggiore dell'encefalo e soprattutto degli emisferi cerebrali, per l' addattamento più completo alla stazione eretta, determinata dalle curvature della colonna vertebrale e dalla riduzione delle membra anteriori che non poggiano normalmente sul suolo, per l'alluce non opponibile, per lo sviluppo maggiore dei pollici, per la minore preminenza

dei canini, per la faccia meno prolungata innanzi, e per gli archi sopracigliari meno salienti; che finalmente queste differenze sono meno notevoli nell'età infantile e aumentano negli adulti.

Ormai è generalmente ammessa, almeno come probabile, l'esistenza dell'uomo terziario, in quanto nell' epoca quaternaria nella sola Europa occidentale erano già differenziate almeno sette a otto razze. Le prove raccolte sinora, non decisive per altro, e taluna contestata, sono gli strumenti di silice trovati dall'abate Bourgeois a Thenay presso Pontlevoy in Francia nel calcare di Beauce, che si riferisce al''oligocene (eocene); quelli trovati a Puy Courny, presso Aurillac, pure in Francia, da Rames, nel miocene superiore; certe incisioni che sembrano dovute a coltelli di silice, vedute da Capellini nelle ossa di *balaenotus* scoperte nel pliocene di Monte Aperto; gli scheletri umani trovati nel pliocene della collina di Castenedolo già menzionata, ma che Issel (1890) non crede contemporanei agli strati nei quali giacevano; le selci che si giudicarono lavorate dall'uomo, scoperte da Desnoyers nel 1863 a Saint-Prest presso Chartres, in terreni da qualcuno attribuiti al quaternario inferiore; e finalmente le scoperte anche più problematiche fatte in valle d'Arno, a S. Giovanni di Siena, a Pouancè in Francia, a Otta presso Lisbona, ecc. Questo per l'Europa. Nella repubblica Argentina si sarebbero invece raccolte delle prove meno incerte, e consisterebbero, secondo Ameghino, che ne riferì nel Bollettino e negli Atti dell' Accademia scientifica di Cordoba (1883-1892), in ischegge di silice entro uno scheletro di *macrauchenia*, perissodattilo dell'America del Sud, trovato in un terreno equivalente al miocene d'Europa; in ossa lunghe appuntite e levigate e in frammenti di stoviglie misti ad avanzi di *smilodon* e di *scelidotherium* trovati nel pliocene inferiore; in ossa umane, frammenti di terra cotta, strumenti litici, ecc. e soprattutto in uno scheletro umano completo accompagnato da uno strumento di corno di cervo, trovato sotto un guscio di *glyptodon* nel miocene superiore; in gusci di *glyptodon* collocati l'uno sull'altro, ossa tagliate, bruciate, frammenti di terra cotta, strumenti litici, ossa umane, ecc. trovati nel pliocene più elevato. Secondo Burmeister, che ne parla a lungo negli « Annali del Museo di Buenos Aires » (1891), tutti questi avanzi, come altri trovati da Lund nelle caverne del Brasile, apparterrebbero invece al quaternario.

L'epoca quaternaria, se non in tutta Europa, in parecchie regioni almeno, sarebbe caratterizzata da due razze tipiche, la razza di Canstadt e la razza di Cro-Magnon.

La prima si riferisce a frammenti di cranio umano — il frontale quasi intero, e la metà anteriore del parietale destro — scoperti a Canstadt presso Stuttgart, sino dal 1700, ma descritti solo nel 1870 da de Quatrefages e da Hamy, che ne fecero i frammenti dell'uomo fossile più antico conosciuto. A questo tipo si riferiscono inoltre, secondo de Quatrefages, Hamy, Fraipont e Lohest: il famoso scheletro di Neanderthal presso Elberfeld studiato da Schaffhausen nel 1858; i crani incompleti d' Eguisheim studiati da Faudel nel 1867; i crani di Brux in Boemia studiati da Hamy e da Fix nel 1872; quelli delle alluvioni inferiori di Grenelle, quelli della Denise, presso Puy, scoperti nel 1844, studiati da Sauvage nel 1892, per lungo tempo messi in

dubbio perchè un industriale di Puy s' era messo a far commercio di crani fossili.... fabbricati da lui; i due scheletri, l'uno maschile e l' altro femminile, trovati nel 1886 a Spy, presso Namur; i crani femminili di Stoengenaess, dell' Olmo presso Arezzo, di Clichy; le mascelle pur femminili di Larzac, della Naulette, d'Arcy-sur-Cure; i frammenti di Lahr e di Gourdan.

Gli uomini della razza di Canstadt erano piccoli come gli attuali lapponi, avevano la testa voluminosa, il tronco massiccio, le braccia corte, robuste, le gambe curvate in avanti all'altezza dell'articolazione del ginocchio, le mani e i piedi grandi e grossi. Il loro cranio è fortemente dolicocefalico e platicefalico (1), vale a dire allungato all'indietro, appiattito dal basso in alto, depresso, stretto; la fronte è bassa, sfuggente, l'arcata sovracigliare potentissima, le orbite sono enormi, quasi circolari, la mascella inferiore è robusta, prognata, senza eminenza del mento. Caratteri questi che, per la massima parte nor-

Orang-utang e gibbone.

mali nelle scimmie antropoidi, sono rari nell'uomo. Il cranio di Neanderthal rappresenterebbe il tipo infimo: ha arcate sovracigliari enormi separate da una larga depressione, la fronte straordinariamente bassa. Le opinioni emesse al suo riguardo sono curiosissime: Pruner-Bey ne fa il cranio d'un idiota, R. Wagner d'un olandese moderno (!), V. Mayer d'un cosacco, King ne fa una specie a sè. Prevale però l'opinione che lo riferisce al tipo di Canstadt. Virchoff vi riscontrò due ferite, che, determinando una malattia della dura madre, avrebbero dato luogo alla produzione di strati interni ossei, e lo giudicò rachitico. Schaffhausen suppose avesse sofferto dei forti reumatismi. Comunque il tipo di Canstadt ha molte analogie craniche con le razze inferiori

(1) Si dice indice cefalico il rapporto del diametro trasversale massimo del cranio × 100 al diametro longitudinale massimo. Si dice che un cranio è dolicocefalico quando l' indice cefalico è inferiore a 75, sotto dolicocefalico fra 75,01 e 77,77, mesaticefalico fra 77 e 80, sottobrachicefalico da 80,01 a 83,33, brachicefalico al di sopra di 83,34.

attuali dell'Australia e dell'India centrale. È certo che l'uomo riferito a questo tipo fu contemporaneo dell'*elephas primigenius*, del *rhinoceros tichorinus*, della *hyaena spelaea*, dell'*ursus spelaeus*, del *bos primigenius*, dell'*equus caballus* ; è certo che tagliava grossolanamente la silice naturale utilizzando piccoli frammenti, che conosceva il fuoco, che forse cuoceva le carni, che si nutriva specialmente di carne di cavallo, che cibava anche radici, che fendeva le ossa lunghe per estrarne la midolla, che viveva in piccoli gruppi, e spesso abitava le caverne.

La razza di Cro-Magnon era pure fortemente dolicocefalica; ma aveva le arcate sovracigliari meno salienti, le orbite larghe, ma col diametro verticale minore, le gobbe frontali molto in alto al disopra del piano sovracigliare, l'osso frontale lunghissimo, e larghissimo, i parietali pure lunghissimi, le branche orizzontali della mascella inferiore divergenti in modo da formare un angolo di 60°, il mento saliente, il naso sottile, stretto, lungo, una capacità cerebrale notevolissima (1590 centimetri cubici), i lobi frontali del cervello molto sviluppati — indizio d' intelligenza — la statura di metri 1,85 nel maschio, di metri 1,66 nella femmina, negli scheletri di Grenelle.

Il tipo più celebre di questa razza è fornito dal cranio del così detto « vecchio di Cro-Magnon n.° 1 », un cranio che ha secondo de Quatrefages carattere di selvaggia energia. I tipi femminili di Cro-Magnon, di Lafaye, di Grenelle, hanno tutti i caratteri suddetti attenuati. Uno dei cranii di Lafaye rivelava una bellezza notevole. I tipi più noti che si riferiscono a questa razza, sono quelli della Madeleine nella vallata della Vezère, di Bruniquel, di Mentone, sette almeno dei crani di Solutré, quelli delle alluvioni superiori di Grenelle, quelli d'Engis e d'Engihoul nel Belgio. La razza, indubbiamente più recente di quella di Canstadt, apparve all' epoca del mammut e del *rhinocerus tichorinus*, persistette nell'epoca del renne, dovette quindi conoscere l'industria delle selci levigate. Con la razza di Cro-Magnon, nella Francia, nel Belgio, e altrove, vissero altre razze mesaticefaliche e brachicefaliche, come quelle di Furfooz, della Truchére, di Grenelle.

Boule, nel suo « Saggio di paleontologia stratigrafica dell'uomo » (1888), ha diviso l'êra quaternaria in tre epoche, determinate dalla loro fauna, che disse inferiore, media e superiore. De Mortillet stabilì pei prodotti dell'industria umana una classificazione, che fu classica per molto tempo, ma che oggidì ha perduto molto del suo valore; egli distingueva fra le pietre lavorate: il tipo chelleano (Chelle, nel dipartimento della Senna e della Marna), silice, o calcare, o quarzo, tagliati in ascie, raschiatoi, dischi o rotelle, su tutta la loro superficie, con ritocchi successivi che ne staccarono delle piccole schegge; — il tipo mustieriano (Moustier), strumenti tagliati sur una sola faccia, mentre l'altra presenta solo il piano di scheggiamento, più piccoli, più leggeri, più penetranti, e fra essi punte e raschiatoi, seghe, usati dagli uomini delle razze di Cro-Magnon e di Canstadt; — il tipo solutreano (Solutré), coltelli tagliati con molta cura, punte di lancia e di giavelotto sottili e simmetriche; — il tipo maddaleniano (Madaleine) o frammenti meno ritoccati giacchè era invalso l'uso dell'osso e del corno di renna lavorati.

All'epoca paleolitica seguì la *neolitica*, che la paleontologia umana non

studia; si tratta dei primordi dell'epoca della quale durano tuttora, con le condizioni climatiche e geografiche, la fauna e la flora. Il mammut, l'ultimo dei grandi mammiferi postpliocenici, non conta più nell'epoca neolitica che pochi individui rifugiatisi nelle regioni glaciali, dove lo seguirono il bue primitivo e il renne, mentre lo stambecco, il camoscio, la marmotta, avevano trovato riparo sui monti. Fors'anche gli uomini paleolitici erano scomparsi qua e là per la terra, quando apparvero gli uomini neolitici. L'uomo neolitico usa ancora gli strumenti di selce e d'osso; ma quelli sono levigati finamente, e quelli e questi hanno forme variate. È l'epoca cosí detta « della pietra levigata »: l'epoca delle selci romboidali, degli arponi e dei giavellotti litici, l'epoca delle accette, delle ascie, degli scalpelli, dei brunitoi di serpentina, di sienite, di diorite, di cristallo di rocca, degli aghi e dei punteruoli d'osso finamente lavorati, delle fusaruole d'arenaria. L'uomo non è più nomade; fa vita sedentaria, ha una dimora fissa, una caverna, una capanna talora posta su palafitte lacustri. È già agricoltore: coltiva il frumento, l'orzo, il pisello, il miglio, il lino; sa fabbricarsi delle focacce delle quali pure si son trovati gli avanzi nelle torbiere; diventa tessitore e pescatore, ha telai e reti; ha persino rozze stoviglie fatte d'argilla, ciotole e vasi da appendere, ed ha addomesticato parecchi utili animali. In qualche regione s'è avventurato anche nell' alto mare sur un tronco d'albero scavato con la pietra o col fuoco, e di questi primi canotti si é trovato qualche avanzo nei *kjokkenmöddings*, che risalgono ad almeno settanta secoli prima dell'êra cristiana. I dolmens, i nuraghi, le specchie, i menhirs, le terremare appartengono a quest'epoca.

Armando de Quatrefages.

All'epoca dell'industria litica fece seguito, in alcune regioni dove il rame nativo era copioso, *l'età del rame*, in altre, e in quelle stesse poco dopo, *l'età del bronzo*, che fu probabilmente anche l'età della scoperta del vetro, avvenuta certo per caso, forse per la vetrificazione della sabbia delle rive marine sulle quali era stato acceso il fuoco. La scoperta del bronzo, probabilmente importata in Europa, ma fors'anche prima che altrove avvenuta in Italia, segna un grande avvenimento nella vita dell'uomo preistorico, una vera rivoluzione nelle sue condizioni.

In breve sorsero molte officine per la fusione e per la lavorazione del bronzo.

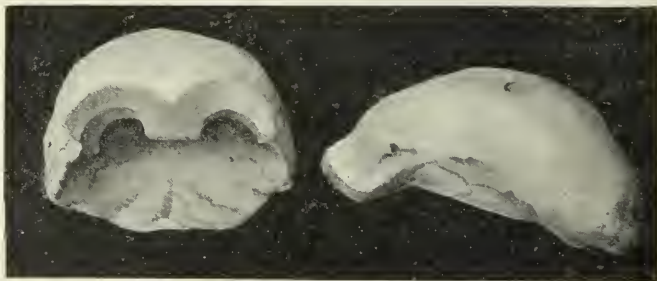
Nel Bolognese ne fu scoperta dallo Zannoni una, che diede circa quindicimila oggetti di bronzo fra intatti e spezzati e logori da rifondere. Il bronzo fu dapprima solo di rame e stagno. Poi vi si uni piombo e zinco. Se

ne fecero prima ascie da infiggere in manici, cuspidi di frecce e di lance, lame triangolari di pugnali, coltelli, seghe, arponi, punteruoli, aghi lavorati con martelli di pietra o bronzo su incudini di bronzo, o fusi in stampi di pietra; poi oggetti ornamentali, aghi crinali, spille, spilloni, e simili. Più ardi si usò anche l'oro e l'argento.

Il progresso dell'incivilimento umano ebbe nuovo incremento da una nuova scoperta, da una nuova industria, importata in Europa dall'Oriente, dove forse la iniziò il caso, la industria del ferro, che segnò un'epoca nuova: *l'età del ferro.*

Briopitheco.

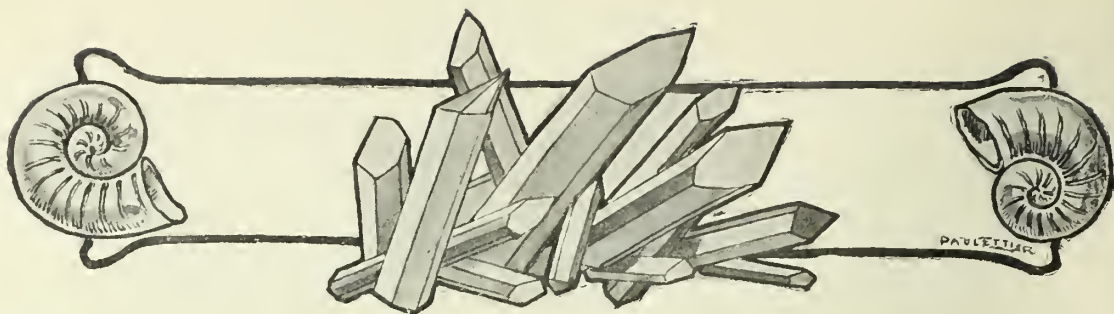
E prima il ferro servì solo a fabbricare armi, spade, daghe, pugnali, dall'impugnatura di bronzo, mentre duravano ancora le industrie litiche e le enee, mentre le ceramiche ricevevano nuovo e potente impulso e diventavano artistiche. Poi se ne fecero ornamenti, fibule, braccialetti, orecchini, e strumenti. Intanto le industrie tessili pure progredivano; s'imparava a cardare e a tessere la lana; s'inventava la moneta, si ideavano i riti, si formavano le società, si concepivano le leggi, si combatteva, incominciava l'età storica e civile dell'uomo nella sua conquista della Terra e degli esseri che la popolano e delle sue forze: incominciava l'età presente.

Quanto alle razze umane, si tenne conto per determinarle di diversi caratteri, e principalmente di quelli desunti dalla forma del cranio, dalla colorazione della pelle, dalla natura dei capelli, dal linguaggio. Abbiamo già accennato ai caratteri onde i crani si distinguono in dolicocefalici, mesaticefalici e brachicefalici. In ciascuno di questi tre gruppi vi son crani nei quali i denti incisivi sono diretti obliquamente innanzi, e si dicono prognati, e crani nei quali gli incisivi sono infissi perpendicolarmente nella mascella e si dicono ortognati. La linguistica comparata ha pure una grande importanza nella classificazione delle razze, e Federico Muller le assegna anzi l'importanza massima; ma, naturalmente, non è il caso di parlarne qui. Quanto ai capelli, la loro natura pare sia un segno morfologico di razza, il quale si trasmetta rigorosamente. Per esso si possono distinguere le razze dai capelli lanosi, nelle quali ogni capello considerato isolamente è appiattito, ed ha una sezione trasversale ellittica, cioè le razze *ulotriche*, non suscettibili di vera coltura, nè di considerevole sviluppo intellettuale, anche se vivano nell'ambiente più favorevole; e le razze *lissotriche*, a capelli non mai lanosi e a sezione trasversale circolare.

Cranio di Neanderthal.

Fra gli ulotrichi si distinguono i *lofocomi* (papuasi, ottentotti) coi capelli lanosi a ciuffi, e gli *eriocomi* (cafri, negri) coi capelli lanosi a vello; fra i lissotrichi gli *euticomi* (australiani, malesi, mongoli, artici, americani) a capelli lisci e diritti, e gli *euplocomi* (nubiani, mediterranei, dravidiani o indiani del Deccan) coi capelli inanellati e con la barba abbondante.

Tenendo conto della colorazione della pelle Blumenbach divise gli uomini viventi in cinque gruppi: la razza *etiopica* o nera, eriocomi dolicocefalici prognati (negri africani, cafri, ottentotti), la razza *malese* o bruna od olivastra, euticomi prognati brachicefalici (malesi, polinesi, australiani), la razza *mongolica* o gialla, euticomi brachicefalici poco prognati (mongoli, esquimesi, cinesi, giapponesi, turchi), la razza *americana* o rossa, euticomi mesaticefalici ortognati (indiani pelli-rosse d'America, patagoni) e la razza *caucasica* o bianca, euplocomi ortognati mesaticefalici o dolicocefalici (europei, africani del nord, asiatici del sud-ovest).

Haeckel divide il *genere* umano in dodici *specie*: *homo papua*, *h. hottentotus*, *h. cafer*, *h. niger*, specie inferiori comprendenti tredici razze; e *h. australis*, *h. malayus*, *h. mongolus*, *h. arcticus h. americanus*, *h. dravida*, *h. nuba* e *h. mediteraneus*, specie superiori, comprendenti ventitre razze: trentasei razze in tutto.

Altri infine non distingue che tre tipi o razze, e cioè la razza *negroide*, infima, ulotrica, a pelle d'ordinario scura fuorchè sulla palma della mano e sulla pianta del piede, per lo più dolicocefalica, prognata, a naso depresso, largo alla base, labbra grosse, sclerotica gialla, iride molto scura (negri africani, boschimani, ottentotti, cafri, zulù, galla, somali, abissini, malesi, papuasi); la *mongoloide*, razza media, euticoma, a pelle cerea, gialla, olivastra, o scura, per lo più brachicefalica, talora prognata, spesso a faccia larga e piatta o eurignata, a labbra sottili, a sclerotica giallastra, iride scura, apertura palpebrale spesso stretta e obliqua (mongoli, cinesi, calmucchi, malesi, eschimesi, pellirosse, atzechi, patagoni); o l'*arianoide*, razza elevata, euplocoma, a pelle chiara, od olivastra, o bruna, mesaticefalica ortognata quasi sempre, a naso alto, sottile, labbra mediocri, occhio grande, sclerotica bianca, iride celeste o bruna (europei xantocroi o biondi o settentrionali, — europei melanocroi o bruni o meridionali, persiani, arabi, egiziani, aborigeni, indiani, australiani).

IX.

Naturalisti viaggiatori ed esploratori della seconda metà del secolo XIX — Zoologi francesi, inglesi, tedeschi, italiani, ecc. — Milne Edwards — Luigi Pasteur — Edoardo Brown-Sequard — Le stazioni zoologiche marine — Antonio Dohrn — Botanici francesi, tedeschi, inglesi, italiani, ecc. — Mineralogisti e geologi — James Dana — Giuseppe Meneghini — Arcangelo Scacchi — Antonio Stoppani — Augusto Daubrèe — I volgarizzatori e gli storiografi delle scienze naturali — I congressi — La prima cattedra di storia della scienza in Italia — Un voto.

Gli ultimi anni del secolo XIX recarono un tributo notevolissimo alla scienza della natura, soprattutto coi grandi viaggi in regioni poco note o sconosciute affatto, le quali rivelarono flore e faune nuove, tesori mineralogici, importanti fatti geologici. Spetta alla geografia additare alla ammirazione e al plauso dei popoli civili i nomi dei grandi viaggiatori e dirne le imprese. Noi però non possiamo esimerci dal ricordarne almeno i piu benemeriti, ciò che faremo brevemente.

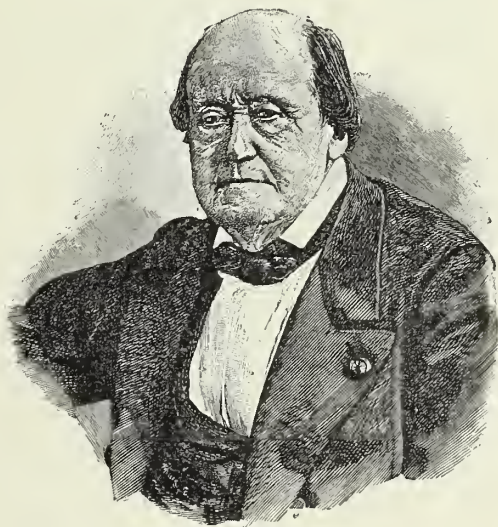
Nell'Africa ricordiamo gli esploratori del Sahara: Enrico Barth (1850-1855), Duveyrier (1859), Beurmann (1862), Nachtigal (1869-1870), Gherardo Rohlfs (1873-1878). Zveifel e Moustier nel 1878 vi precisavano le sorgenti del Niger, del quale più tardi, nel 1889, Winwood Reade riconobbe il corso superiore. Dal 1840 al 1873 Livingstone, dopo aver compiuto la prima traversata di tutta l' Africa, ne esplorava immense regioni. Carlo Mauch dal 1865 al 1872 percorreva il paese dei Matabéle, Emilio Holub dal 1872 al 1879 riconosceva il Kalahari, Erskine nel 1868 seguiva il corso del Limpópo, Serpa Pinto dal 1878 al 1879 esplorava l'Africa meridionale, Schulz nel 1884 giungeva al lago Ngami. Nel 1859 l'italiano Miani giungeva a poche tappe dal lago che Baker poi chiamò Alberto. Nel 1874-1876 Enrico Stanley percorreva tutto il Congo, che la conferenza di Berlino nel 1885 erigeva in Stato libero. Nel 1875 Pietro Brazzà riconosceva in quasi tutto il suo corso l'Ogoué. Poco prima lo Schweinfurth determinava il bacino delle Gazzelle e il corso superiore dell'Uelle. Nel 1876 Romolo Gessi riconosceva il lago Alberto. Jüncker dal 1876 al 1881 risaliva il Sobat e l'Uelle, riconosciuto nel 1888 da Van Gele. Il Casati, salvato nel 1889 da Stanley, contribuiva alla conoscenza dell'Equatoria. A. Cecchi dal 1876 al 1879 percorreva il paese dei Galla; nel 1887 lo seguiva il Borelli risalendo più oltre l'Omo; nel 1891 Bricchetti-Robecchi compiva la prima traversata dell' intera penisola dei Somali. Nel 1892-1893 ebbe luogo la prima spedizione del Bóttego nel Giuba, dove nel 1893 miseramente moriva il Ruspoli; nel 1896-1897 la seconda spedizione del Bóttego svelava il mistero dell'Omo e segnava nello stesso

tempo la morte del valoroso esploratore. Nel 1898-1899 Bethe scoprì nelle regioni di Ruanda ed Urundi otto laghi ed una sino allora seonosciuta sorgente del Nilo; Maxse nel 1899 percorse il Pibor; Kandt (1899) visitò il lago Kivu; Donaldson Smith (1899-1900) il paese dei Magois e il paese degli Akara.

Negli anni 1860-1862 Mac Donald Stuart compiva la prima traversata dell'Australia, che poi contribuirono a far conoscere meglio le spedizioni di Ernesto Giles (1872, 1876, 1878), di Lindsay (1886), di Tietkens (1889), di Vinnecke (1894). Owen Stanley (1846-1850), Luigi Mario de Albertis (1879-1880), Cuthberson (1887-1888) e Mac Gregor (1889) contribuivano alla conoscenza della Nuova Guinea.

In America, dal 1867 al 1875, ebbe luogo la grandiosa esplorazione scientifica del così detto « grande occidente », che condusse Barlow nel 1871 alla scoperta del meraviglioso « Parco Nazionale », e il di cui *Report* costituisce uno dei più insigni monumenti della scienza moderna. Dall (1867), Raymond (1869), Stoney (1883), Aller (1884), Lebbey (1886) fecero conoscere l'Alaska, Eliseo Reclus le regioni di Panamá e del Darien (1888), Bell quella del Nicaragua (1871). Reiss e Stübel percorsero la Colombia (1871-1873), Simpson (1871) e Moreno (1876) la Patagonia, Zeballos (1881) il paese degli Araucani, Giacomo Bove la Terra del Fuoco (1882), Bertrand il deserto d'Atacama (1880-1884), Orton (1867), Chauless (1877), Steiver e Clauss (1884), James (1883), Van der Steinen (1884), Riccardo Payer (1890), Enrico Mayer (1896) seguirono lungo i loro corsi il Rio delle Amazzoni e i suoi affluenti, Crevaux (1877, 1884) il Rio della Plata.

Enrico Milne-Edwards.

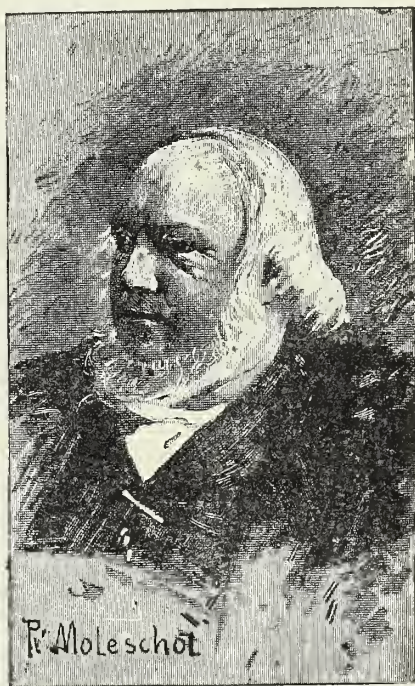
Nell'Asia Halevy (1869-1870) e Renzo Manzoni (1878) visitavano il Jemen, Goldsmith (1871-1872) e Saint John (1874) la Persia, Simond (1885) l'Afganistan, Sandemar (1891) il Belucistan, Dupuy (1872-1874) il Tonkino e il fiume Rosso, Malgrave (1890-1891) il Me-kong; Wallace (1854-1862), Odoardo Beccari e Giacomo Doria (1865-1866), Bock (1880), Leys (1883), Büttikafer e Molengraaf (1893-1894) Borneo; Schow-Sandmorth (1877), Havenga (1886), Brenner Felsach (1889-1890) ed Ezio Modigliani (1890-1891) Sumatra; Modigliani stesso (1886) Nias e Mentavei (1894); Federico e Paolo Sarasin (1895-1869) Celebes; Varbeck (1894) Giava; Kohn e Andrée (1870) la regione dell'Amur; Sommier (1881-1883) la Siberia occidentale e la regione dell'Ob inferiore; Ferdinando von Richthofen (1868-1872) la Cina; Prscevalski (1870-1886), Pievsof, Grum-Grscimailo e Grombscevski (1889) l'Asia centrale; Roborovski (1893-1895) i Tien-scian orientali, Cosslov (1899) gli Ektag-Altai, Cholnoky (1898-1899) la Manciuria e la Cina meridionale, e Sven Hedin (1899-1900) la regione centrale del Kuen-lun.

Finalmente nel 1877-1878 ebbe luogo la spedizione americana e nel 1882-1883 la spedizione tedesca nell'interno della Terra di Baffin; Weyprecht e Payer nel 1872 scoprirono la Terra Francesco Giuseppe esplorata poi da Leigh Smith nel 1880, Nordenskjold, della spedizione del quale faceva parte Giacomo Bove, nel 1878-1879 scoprì il famoso passaggio di Nord-Est al quale erano state dirette già tante spedizioni. Nel 1874 Wiggins raggiunse l'Ob passando lo stretto di Jngor; nel 1881 esplorò la Terra di Wrangel. Nel 1882-1886 le Commissioni di scienziati mandate dall' Inghilterra, dalla Russia, dalla Svezia e dalla Norvegia, dalla Germania, dall'Austria, dall'Olanda, dalla Danimarca e dagli Stati Uniti, negli appositi osservatori compivano gli studi che fecero conoscere le correnti marine ed atmosferiche delle regioni polari. Nel 1888 Nansen traversava tutta la Groenlandia, Peary nel 1891-1892 andava dalla baja di Robertson sino all'estremo Nord-Est dove scopriva la baia Indipendence e la Terra Academy.

Accesasi intanto la nobile gara della corsa al polo nord, Hayes nel 1870 giungeva sino all'81°, 31', Bassels e Mayer nel 1871 sin verso l'83°, Markham nel 1875 a 83°. 20', Lockwood nel 1882 a 83°. 24', Nansen nel 1894 a 86°. 14', Umberto Cagni, della spedizione del Duca degli Abruzzi con la « Stella polare » nel 1900 a 86°.33'.

Nelle regioni antartiche Dalmann nel 1873 esplorò le Terre di Palmer e di Graham, Nares nel 1874 ricercò invano la Terra Termination, Larsen nel 1893 scoprì la Terra di Re Oscar e il monte Jason, De Gerlache, nel 1898-1899, il solo che abbia svernato in quelle regioni, visitò la terra di Palmer e scoprì che è un gruppo di piccole isole, scoprì che la creduta isola Trinity è una sporgenza d'una vasta terra, e praticò accurati scandagli che favoriscono l'ipotesi di un continente antartico; Borchgravink nel 1899-1900 si spinse sino al 78°. 58', S. superando Ross di 48' e determinò il polo magnetico australe a 73° 20'. S. e 146' E. d. G.

I tesori recati da queste spedizioni ai zoologi, ai botanici, ai paleontologi, ai mineralogisti, ai geologi, furono immensi, e la messe straordinariamente abbondante determinò una specializzazione sempre maggiore negli studi e nelle ricerche dei naturalisti.

Fra i più illustri zoologi dobbiamo ricordare tra i francesi Achille Valenciennes, nato nel 1794 a Parigi, morto nel 1865, collaboratore di Lamarck nel suo lavoro sugli invertebrati, da semplice preparatore e imbalsamatore salito poi in sì alta fama da succedere a Lamarck nella cattedra al Museo nel 1832, nell'Istituto a Geoffroy Saint-Hilaire nel 1844; Emilio Blanchard, nato a Parigi nel 1819, entomologo fra i più illustri, autore di moltissime opere di entomologia generale e particolare, d'un volume sulle « Metamorfosi degli insetti » (1868), d'un'opera pregevole sui « Pesci d' acqua dolce di Francia » (1866), d'un « Trattato d'anatomia comparata », e d'altre opere minori; Leone Dufour, nato nel 1781, morto nel 1865, noto per le belle ricerche anatomiche e fisiologiche sugli emitteri, sui lepidotteri, ecc ; Edoardo Claparède, morto a Siena nel 1871, il primo a far conoscere in Francia le opere e le teorie di Darwin, noto per la famosa sua dichiarazione « preferisco essere una scimmia perfezionata, piuttosto che un Adamo degenerato »,

per gli studi sugli infusori e sui rizopodi (1858) e per le belle ricerche sulla evoluzione dei ragni e sugli anellidi di Porto Venere e del Golfo di Napoli; Achille Louget, nato nel 1811 a Saint-Germain-en-Laye, morto nel 1871 a Bordeaux, profondo indagatore della fisiologia del sistema nervoso; Lespés, nato nel 1826, morto a Marsigiia nel 1872, zoologo, anatomo, fisiologo, autore d'una pregevole monografia della termite lucifuga; Felice Archimede Pouchet, nato a Rouen nel 1800, morto nel 1872, notissimo per le sue celebri esperienze sulla generazione spontanea, per le sue ricerche microscopiche, per le sue osservazioni sulla respirazione, sulle resistenze vitali, ecc., autore di opere di scienza popolare pregevolissime; Guerin Mèneville, nato a Tolone nel 1799, morto nel 1874, abilissimo disegnatore d'animali, autore delle splendide tavole del « Dizionario pittoresco di storia naturale e dei fenomeni della natura », entomologo insigne, fondatore e direttore della « *Revue zoologique* » di Francia; Francesco Roulin, nato a Rennes nel 1796, morto nel 1874, zoologo e botanico egregio, fondatore dei celebrati « *Comptes Rendus de l'Acadèmie des Sciences de Paris* » (1835), imitati poi dai corpi scientifici di tutto il mondo; Emilio Baudelot, nato a Vendresse nelle Ardenne nel 1834, morto nel 1875 a Nancy, istologo e anatomo, autore d'un trattato di biologia generale che lasciò incompleto, e d'una monografia sulla funzione dell'encefalo nei pesci: Claudio Bernard, nato nel 1813 a Saint-Julien (Rhône), morto nel 1878 a Parigi, il creatore della fisiologia sperimentale mercè la vivisezione, autore di splendide ricerche sul sistema del gran simpatico, sul pancreas, sui tessuti viventi, autore delle « Lezioni di fisiologia sperimentale », d'un trattato di « Fisiologia e patologia del sistema nervoso », dei « Principi di medicina sperimentale » uno dei più grandi scienzati del secolo; Alberto Morice, nato nel 1848, morto nel 1877 a Tolone, che illustrò la fauna cocincinese e l'etnografia indo-cinese; Paolo Gervais, nato a Parigi nel 1816, morto nel 1879, noto pei suoi interessanti studi sull'osteologia dei cetacei, sugli apteri, sui polipi d'acqua dolce, per la memoria « La zoologia e la paleontologia in Francia » (1848-1853), pei suoi « Elementi di scienze naturali » (1866) e pel suo « Trattato di zoologia e paleontologia generale »; Stefano Mulsant, nato nel 1797 a Marnaud, morto a Lione nel 1880, entomologo e ornitologo insigne, autore d'una classica « Storia naturale dei coleotteri francesi » (1840-1879), d'un trattato di entomologia (1833), d'un « Corso di mammalogia » (1835), d'una « Storia naturale degli uccelli mosca »; Luigi Carlo Kiener, nato a Parigi nel 1799, morto nel 1881, malacologo illustre, autore della grande « Iconografia delle conchiglie viventi » con 900 tavole; Casimiro Giuseppe Davaine, nato a Saint-Armand nel 1812, morto

Jacopo Moleschott.

nel 1882 a Parigi, poverissimo, uno dei creatori del metodo di raccogliere e coltivare quelli che un tempo si dissero vibrioni ed ora si chiamano microbî, e il di cui « Trattato degli entozoari » e gli altri studi di ematologia fecero conoscere la malattia del carbonchio, e aprirono la via percorsa poi così brillantemente da Pasteur; Carlo Robin, nato nel 1821, morto a Parigi nel 1885, uno dei creatori dell' istologia, continuatore di Bichat; Paolo Bert, nato ad Auxerre nel 1833, morto nel 1885 a Hanoi nel Tonchino, dov'era residente generale della Repubblica Francese della quale era anche stato ministro per l'istruzione pubblica, fisiologo sperimentatore insigne, noto soprattutto pei suoi lavori intorno alla vivisezione ed alla variazione ed influenza della pressione atmosferica sugli esseri viventi; Maurizio Girard, nato nel 1822, morto nel 1886, entomologo pregiato, efficacissimo scrittore di storia naturale popolare, autore d'un « Trattato d'entomologia » e d'un volume notevole sulle » Metamorfosi degli insetti »; Giulio Béclard, morto nel 1887 a Parigi, a 69 anni, celebre fisiologo, autore d'un « Trattato di fisiologia umana », d'un « Trattato sulla circolazione del sangue » e di molte memorie di storia della scienza su Bademaeter e la sua scuola, su Blainville, su Geoffroy-Saint-Hilaire, su Harvey, ecc; P. Millière, morto nel 1887, autore d'una pregevole « Iconografia e descrizione delle larve dei lepidotteri europei »; J. Morand, morto a Wars nel 1887, entomologo, scopritore della *cladocera optabilis*; F. A. Vulpian, nato nel 1826 a Parigi, morto nel 1887, fisiologo illustre, il nome del quale è associato a quasi tutte le maggiori scoperte fisiologiche del secolo, profondo indagatore del sistema vasomotore e del sistema nervoso, sperimentatore dell'azione fisiologica del curaro, del cloralio, della stricnina, e che consigliò a Pasteur la sua prima iniezione antirabica; Martino Saint-Ange, nato nel 1803, morto nel 1888, amico e collaboratore di Cuvier e di Geoffroy Saint-Hilaire, autore di ricerche e pubblicazioni importanti sulle « metamorfosi dei batraci », sull' « anatomia delle testuggini », sull' « anatomia dei vasi sanguigni », sulla « circolazione del sangue nei feti umani e dei vertebrati », sulla « organizzazione dei cirripedi », su « l'apparato della riproduzione nelle cinque classi dei vertebrati », sulla « fecondazione dell'uovo umano » (1884), ecc.; Gustavo Cottrau, morto a Parigi nel 1894, zoologo reputatissimo, autore di studi profondi sui zoofiti, che lasciò morendo al Museo di Storia naturale di Parigi una superba collezione di echinodermi viventi; Costante Sappey, nato nel 1815, morto nel 1896, anatomo e zoologo, autore di pregevoli studi sui linfatici e d'un « Trattato d'anatomia descrittiva »; Enrico Lacaze-Duthiers, nato nel 1812, morto nel 1901, zoologo insigne, che presiedette alla fondazione di due fra i maggiori laboratori francesi di zoologia marittima, quelli di Roscoff e di Banyuls, che diresse e poi migliorò, fondatore degli « Archivi della zoologia sperimentale » di Parigi; Filhot, morto a Parigi nel 1902, che dotò d'una splendida galleria d'anatomia comparata il Museo di Parigi; Marion, morto a Marsiglia nel 1900, fondatore degli « Annali del Museo di Marsiglia » e del laboratorio marittimo di Endoume.

Anopheles.

Naturalista zoologo insigne fu Enrico Milne Edwards, nato a Bruges nel

1800. Egli era il ventinovesimo figliuolo di William Edwards, ricco piantatore della Giamaica, che abbandonò l'isola in seguito agli avvenimenti politici del 1795 per andare a stabilirsi nel Belgio. Il giovane Milne Edwards fu allevato dal fratello maggiore William Edwards, fisiologo distinto e autore d' opere stimate di etnologia e di linguistica, che lo fecero ammettere nell'Accademia delle scienze morali e politiche. Una educazione interamente scientifica, le relazioni del fratello, e la lettura delle opere di Buffon, svilupparono in lui il gusto della storia naturale, sicchè venuto a Parigi, mentre studiava medicina, frequentava i corsi di Cuvier, di Lamarck, e di Geoffroy Saint-Hilaire. Laureato dottore nel 1823 si diede all'insegnamento, e nominato professore al liceo Enrico IV si fece ben presto conoscere per le sue « Ricerche sui crostacei » (1828), poi per gli « Elementi di storia naturale » (1835) e il « Corso elementare di zoologia » (1850), opere rimaste classiche, e per la sua « Storia naturale dei crostacei » (1837-1841) che gli aprì le porte dell'Accademia. Chiamato ad una delle cattedre di zoologia del Museo (insetti e crostacei), successe a Isidoro Geoffroy Saint-Hilaire in quella di mammalogia nel 1861. I suoi studi più importanti furono portati sugli invertebrati, e le sue escursioni lungo le rive del mare, e le sue esplorazioni del fondo del mare ebbero presto numerosi imitatori dando grande impulso alla zoologia marina oggi tanto in onore. I resultati delle sue ricerche si trovano nelle sue « Ricerche per servire alla storia del litorale francese », nella sua « Storia dei corallari » (1858-1860), e in infinite memorie inserite negli « Annali di

Casa difesa contro la malaria adoperata nella campagna romana.

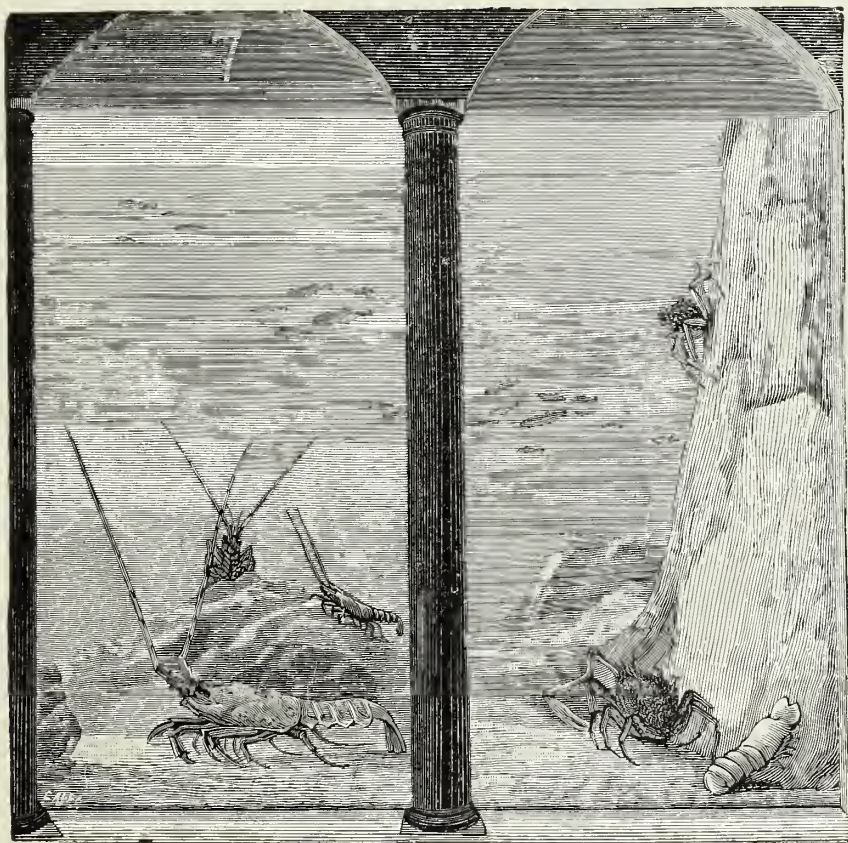
scienze naturali » di Parigi, dei quali diresse dal 1834 la parte zoologica. Fu Milne Edwards a formulare il principio della divisione del lavoro fisiologico, principio che sparse nuova luce su parecchie delle più difficili questioni zoologiche, e pel quale il perfezionamento degli animali é tanto più grande, quanto più é completa la specializzazione delle parti che servono al compimento delle funzioni. Senz'essersi mai pronunciato in favore del trasformismo, fornì spesso notevoli argomenti e prove in suo favore. Nella famosa disputa per l'ammissione di Darwin nell'Accademia, fu tra i più ardenti suoi difensori. Nell'introduzione alla zoologia generale e nelle sue belle « Lezioni sulla fisiologia e l'anatomia comparate dell'uomo e degli animali » (1857-1881) riassunse le sue opinioni scientifiche. Insegnante egregio, sperimentatore sicuro, fu un maraviglioso disegnatore. Morì nel 1885. Gli successe nella cattedra il figlio Alfonso, membro anch'egli dell'Accademia, nato nel

1835, morto nel 1900, noto per la sua bella pubblicazione « Sulle faune delle regioni australi comparate con quelle delle rimanenti parti del globo », per i suoi studi sui « Crostacei fossili » che fanno di lui il fondatore della paleontologia carcinologica, e pei suoi non meno pregevoli studi sulla vita sottomarina, sugli uccelli e sui mammiferi fossili, ecc.

Stazione zoologica di Napoli.

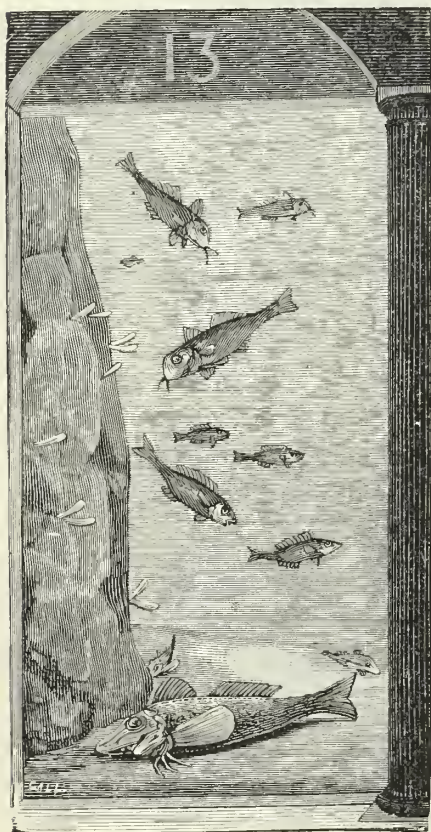
Un altro grande naturalista francese, che fu pure un sommo chimico, e al quale l'umanità deve la maggior gratitudine, fu Luigi Pasteur. Nacque a Dôle (Giura) nel 1822, morì a Parigi nel 1895. I suoi primi lavori si riferiscono alla cristallografia, e furono fecondi di nuove osservazioni, di teorie ingegnose e accettate; notevoli specialmente quelli sull' asimmetria. I suoi studi di chimica molecolare gli ottennero nel 1861 a Parigi il premio Jecker. Un' altra fase feconda della sua attività si riferisce alle ricerche biologiche che stabilirono su basi sicure la teoria vitalistica della fermentazione. Diversi metodi e apparati di coltura e di sterilizzazione da lui imaginati sono ancora in uso, e portano il suo nome. Gli studi che curò dal 1862 al 1866 fecero notevolmente progredire le industrie della fermentazione dando loro un indirizzo scientifico. Fra l'altro scoprì che il *bacterium aceti* è l'agente della fermentazione acetica, e può compiere le sue funzioni solo in presenza dell'ossigeno. Le sue magistrali ricerche sul vino e sulla birra (1865) lo condussero a trovare il metodo di conservazione tuttora usato detto « pastorizzazione ». Le sue esperienze ineccepibili (1860) tolsero ogni valore alla dottrina della generazione spontanea. Nel 1868 si diede allo studio delle malattie del baco da seta, e specialmente della *pebrina*, e di quei corpuscoli che volle chiamare col nome del nostro Emilio Cornalia, che li aveva scoperti. Poi volse tutta la sua attenzione alle malattie infettive, e specialmente al carbonchio, al mal rossino, ecc., alla ricerca dei *virus* e dei loro vaccini preservatori. Nel 1880 iniziò gli studi sul *virus rabicus*. Nel 1885 pubblicò le sue memorie sul «Metodo per impedire la rabbia dopo la morsicatura». Da allora data la proclamazione ufficiale della grande scoperta che rese immortale il suo nome. Il metodo è ben noto. L'elemento morbigeno è inoculato nei conigli previa trapanazione. Il *virus*, che nel passaggio da coniglio a coniglio va aumentando di virulenza, si raccoglie, si accumula nel midollo spinale di questi animali; essiccando il loro midollo spinale in un'atmosfera d'aria secca e priva d'acido carbonico, la virulenza scompare lentamente sino ad estinguersi del tutto, e a convertirlo in una sostanza affatto innocua, capace anzi non solo di im-

munizzare l'organismo sano, ma anche di preservar dalla rabbia gli animali nei quali fu inoculato. Sono troppo noti i risultati eccellenti delle cure antirabiche, e le numerose fondazioni di istituti antirabici, perchè qui se ne debba parlare.

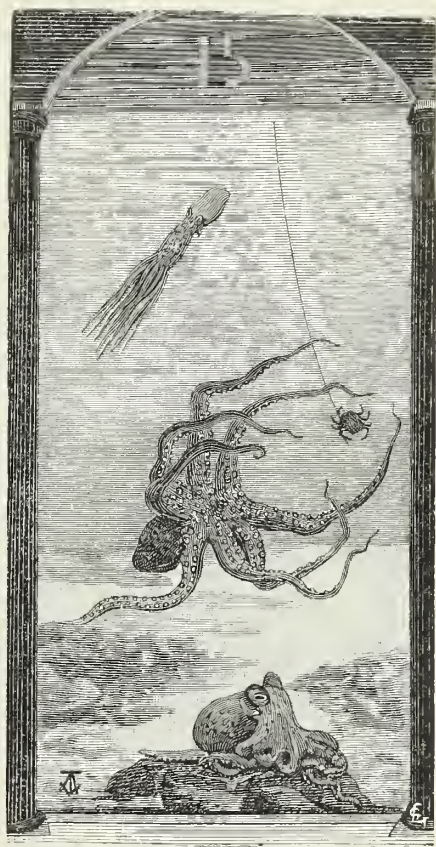
Degno d'un cenno speciale è Carlo Edoardo Brown-Séquard, nato nel 1817 a Port-Louis (Isola Maurizio), morto a Parigi nel 1894, fisiologo insigne. Nella sua tesi di laurea (1840) « Ricerche ed esperienze sulla fisiologia del midollo spinale » dimostrò che l'impressione sensoria si trasmette soprattutto, contrariamente a quel che allora si credeva, mediante la sostanza grigia. Più tardi dimostrò pel primo che gli elementi conduttori della sensibilità subiscono un incrociamento nel midollo spinale, sicchè una sezione trasversale d'una metà di questo centro nervoso determina una paralisi del movimento dalla stessa parte e una paralisi della sensibilità dal lato opposto

Abitanti del'Acquario di Napoli.

nelle parti che ricevono i loro nervi dalla regione del midollo situato al di sotto, più indietro della sede della lesione: scoperta questa che permise ai medici ed ai chirurgi di riconoscere in seguito all'esame delle alterazioni della motilità e della sensibilità le malattie unilaterali del midollo spinale. Altre sue ricerche fecero conoscere il meccanismo della produzione degli accessi epilettiformi. A lui si deve pure la teoria delle azioni d'arresto, d'inibizione, che sollevò tanto rumore. Le iniezioni sottocutanee che egli praticò su sè stesso con succhi organici, iniezioni destinate a « *reparer des ans les*

outrages reparables » sollevarono speranze, dubbi, obbiezioni, critiche d'ogni sorta. Nel 1858 aveva fondato il « Giornale della fisiologia dell'uomo e degli animali ». Nel 1868 fondò con Charcot e Vulpian gli « Archivi di fisiologia ». Le sue pubblicazioni, riferentisi per la massima parte ad argomenti fisiologici, sono numerosissime.

Fra i zoologi inglesi ricordiamo: Giovanni Richardson, nato a Dumfries nel 1787, morto nel 1865, viaggiatore naturalista, autore d'una « Fauna boreale americana »; Francis Duckland, nato nel 1826, morto a Londra nel 1880, ittiologo egregio, figlio del celebre geologo, autore della « Storia dei pesci britannici »; Giovanni Gould, nato nel 1881 a Londra, ornitologo illustre, autore dell'opera « Uccelli d'Austria » e d'altre opere minori; Guglielmo Beniamino Carpenter, nato nel 1813, morto a Londra nel 1885, professore di fisiologia e anatomia comparata nell' Università di Londra, autore di numerose memorie sul sistema nervoso, sulla struttura delle parti solide dei molluschi, dei crostacei, degli echinodermi, soprattutto delle foraminifere, alle quali dedicò un volume divenuto classico; fece profondi studi di zoologia sottomarina, ed esercitò una grande influenza sullo sviluppo delle scienze naturali in Inghilterra; Ernesto Pryez, nato nel 1811, morto nel 1888, che visse a lungo nel Giappone studiandone la fauna, e pubblicò in collaborazione di Blakiston la bellissima monografia delle « farfalle giapponesi »; Walter Bates, nato nel 1828, morto nel 1893 a Londra, segretario illustre della Società geografica di Londra, esploratore, entomologo, ardente seguace di Darwin, autore di pregevoli ricerche sul mimetismo, collaboratore emerito della « Biologia Centrale Americana ».

Abitanti dell'Acquario di Napoli.

Fra i zoologi tedeschi notiamo Ernesto Heeger, morto a Vienna nel 1866, entomologo, autore d'un volume pregiato sulle « Metamorfosi degli insetti »; Carlo Gustavo Carus, nato nel 1780 a Lipsia, morto a Dresda nel 1867, detto « il Goethe di Dresda », autore d'un « Saggio sul sistema dei nervi », d'un « Trattato di zootomia », di moltissime eccellenti pubblicazioni d' anatomia comparata e di fisiologia; Cristiano Goffredo Ehrenberg, già più volte citato, nato a Delitsch nel 1794, morto nel 1876 a Berlino, che fu in Africa con Hemprich, in Asia con Humboldt, osservatore incomparabile, celebre pei suoi studi sugli infusori, per le sue ricerche micrografiche, per la scoperta fatta della natura del tripoli o farina fossile, della fosforescenza del mare, ecc., autore di numerose pubblicazioni; R. A. Buchholz, morto nel 1876 a Greifswald, zoologo egregio, al quale si devono le illustrazioni delle faune delle montagne

di Kamerun, delle coste della Guinea, ecc.; Teodoro di Heuglin, nato a Hirschlanden nel 1824, morto nel 1876 a Stoccarda, che visitò e studiò specialmente la fauna del nord-est dell'Africa e pubblicò fra l'altro la « Ornitologia dell'Africa orientale », la « Zoologia delle terre artiche », un bel volume sui mammiferi, ecc.; F. Brüggemann, di Brema, morto nel 1878, entomologo, ornitologo, erpetologo valente, che iniziò la classificazione dei coralli del Museo Britannico a Londra, dove era assistente di Haeckel, ne ordinò e studiò 1500 specie, poi fu colto dalla morte; Ermanno Loew, nato a Weissenfals nel 1807, morto a Halle nel 1879, ditterologo illustre; Teodoro Schwann, nato a Neisse nel 1818, morto a Colonia nel 1882, autore della nota « teoria cellulare »; Alfredo Edmondo Brehm, nato nel 1892 a Reuthendorf presso Neustadt, dove morì nel 1884, naturalista viaggiatore, che visitò la Spagna, l'Africa, la Norvegia, la Lapponia, la Siberia, gli Stati Uniti, diresse il Giardino zoologico di Amburgo, fondò l'Acquario di Berlino, noto soprattutto per le sue belle pubblicazioni accessibili a tutti e tradotte in moltissime lingue « La vita illustrata degli animali », « Gli animali delle foreste », « Gli uccelli prigionieri », « La vita degli uccelli », ecc.; Max Germinger, morto nel 1887, distinto entomologo, conservatore del Museo zoologico di Monaco di Baviera; Ernesto Guglielmo Brücke, nato a Berlino nel 1820, morto nel 1892 a Vienna dov'era professore di fisiologia e d'anatomia microscopica, autore d'una « Descrizione anatomica dell'occhio », dei « Principî di fisiologia dei suoni del linguaggio », d'un « Nuovo metodo di trascrizione fonetica », ecc.; Ermanno von Helmoltz, nato a Postdam nel 1821, morto a Charlottenburg nel 1894, anatomo, fisiologo, fisico insigne il primo che osservò la retina umana in fondo a un occhio vivente, autore della magistrale « Ottica fisiologica » (1856), della « Teoria fisiologica della musica, fondata sullo studio delle sensazioni uditive », dei « Principî scientifici delle belle arti », ecc.; C. Ludwig, nato nel 1815, morto a Lipsia nel 1895, fisiologo illustre, creatore del primo strumento registratore per la misura della pressione del sangue nei vasi e della sua velocità, scopritore dell'azione dei nervi nella secrezione delle glandole, inventore del metodo della circolazione artificiale negli organi staccati dal corpo, scopritore dei nervi depressori del sangue; Baumann, morto nel 1896, professore di chimica medica a Friburgo, poi di chimica fisiologica a Berlino, cui si deve la scoperta dell'iodio nella ghiandola tiroide; Emilio Du Bois-Reymond, nato a Berlino nel 1818, morto nel 1896, fisiologo, geologo, noto specialmente per le belle ricerche intorno alla elettricità animale, condotte

Abitanti dell'Acquario di Napoli.

dal 1848 al 1860; Maurizio Schiff, nato a Francoforte sul Meno nel 1823, morto a Ginevra nel 1896, professore di fisiologia a Firenze dal 1873 al 1876, ma poi costretto ad abbandonar l'Italia perchè la falsa sentimentalità dell'allora fiorente « Società protettrice degli animali », urtata dalla sua pratica delle vivisezioni, gli bandì contro una vera crociata, autore di pregevoli pubblicazioni, fra le quali le « Ricerche sulla fisiologia del sistema nervoso » (1855), le « Ricerche sulla formazione dello zucchero nel fegato » (1855), le « Lezioni sulla digestione » (1867), le « Ricerche sulla circolazione della bile e sulle cause dell'itterizia » (1868), le « Lezioni sull'encefalo » (1873), le memorie « Sul metodo degli esperimenti fisiologici » (1874), « Sulla pupilla considerata come estesiometro » (1875), « Sulle funzioni del cervelletto » (1883), « Sugli effetti dell'ablazione dei corpi tiroidi » (1884), ecc.

Altri illustri zoologi da ricordare sono F. Sars norvegese, morto poverissimo a Parigi nel 1870, noto pei suoi studi sulla generazione alternante da lui per primo determinata, e per aver rinvenuto nei mari di Norvegia molte specie credute estinte; F. J. Pictet de la Rive, nato a Ginevra nel 1810, morto nel 1872, autore di belle ricerche sui friganidi e sui neurotteri, di un noto e già citato « Trattato di paleontologia », di una bella « Descrizione degli animali nuovi o poco noti del Museo di Ginevra »; Costantino Wesmael, nato a Bruxelles nel 1798, morto nel 1872, entomologo; Rodolfo Agassiz, nato nel 1807 a Mottier, morto nel 1873 a New-York, già più volte citato, autore della « Storia naturale dei pesci d'acqua dolce dell' Europa Centrale » scritta in collaborazione con Carlo Vogt, delle famose « Ricerche sui pesci fossili », dell'opera sulla « Origine dei ghiacciai », che gli valse fama mondiale, d'una interessante « Bibliografia zoologica e geologica », d'un trattato di « Zoologia generale » e di molte altre opere minori; Solsky, morto nel 1879, entomologo russo di bella fama, che fece conoscere specialmente i coleotteri della Siberia; Osvaldo Heer, nato nel 1809 nel Canton di Glaris, morto a Bex nel 1883, zoologo e paleontologo, che lasciò importanti lavori di paleontologia specialmente vegetale, come la « Flora del paese terziario » e la « Flora fossile artica », e fondò il giardino botanico di Zurigo; Baird Spencer Fullerton, americano, nato nel 1823, morto nel 1887, autore di pregevoli memorie sulla « Fauna del Perù », e sui « Rettili e uccelli dell'America del Nord »; Carlo Rau, morto nel 1887, conservatore del Museo archeologico di Washington, autore d'un'opera lodata sui « Pesci preistorici dell'America del Nord »; J. de Tschudi, nato nel canton di Glaris nel 1818, morto nel 1889, zoologo viaggiatore, autore di opere pregevolissime, fra le quali le « Ricerche sulla fauna del Perù » dove viaggiò dal 1838 al 1843, un volume di « Antichità peruviane » e l' opera notissima « Le Alpi »; Pericle Ninni, greco, morto a Venezia nel 1892 a 54 anni, zoologo egregio, autore di ricerche e studi sui vertebrati veneti, sull'avifauna veneta, sugli « Insetti utili e nocivi all'agricoltura », sui « Pesci e altri animali dell'Adriatico »; Iacopo Moleschott, nato a Bois le Duc in Olanda nel 1822, morto a Roma nel 1893, fisiologo illustre, celebre per la lotta scientifica fisiologica che sostenne a lungo col chimico Liebig, lotta nella quale fu più volte vincitore, autore di un' ottima « Fisiologia degli elementi », di « Istruzioni sugli alimenti » che gli procurarono fama mon-

diale, e del celebre libro sulla « Circolazione della vita »; Loven, morto a Stoccolma nel 1895, zoologo e anatomo, che lasciò importanti studi sui molluschi, sui crostacei, sugli anellidi, sugli echinodermi, sulle « Anguillule del frumento », sulla « Distribuzione battimetrica della fauna sottomarina nei mari del Nord della Scandinavia »; Streentrup, anatomo e zoologo danese distintissimo, morto a Copenaghen nel 1898; Carlo Büchner, nato a Darmstadt nel 1824, morto nel 1899, professore a Tubinga dove perdette la cattedra per le idee contrarie alle idee ortodosse, autore di opere notissime per tutta Europa, come « L'uomo secondo la scienza », « Natura e scienza » (1862), « Forza e materia » (1874), « Della vita spirituale degli animali » (1875); Giampaolo Wlacowich, nato a Lissa nel 1825, morto nel 1899 a Padova, anatomo insigne; James Johnson, nato nel 1820, morto nel 1900 all'isola di Madera, noto per la «Descrizione scientifica di Madera » nella quale descrisse molte specie nuove di pesci, aracnidi, crostacei, attinie, spongiari, felci e muschi, studiandone anche il clima e le condizioni mineralogiche e geologiche, e già ottuagenario descrivendone ancora due nuovi coralli, il *pleurocorallium madeirense* e il *p. tricolor*.

Filippo von Martius.

Fra gli italiani ricordiamo: Carlo Matteucci, nato nel 1811 a Forlì, morto a Livorno nel 1867, ministro della istruzione pubblica nel 1862 nel Ministero Rattazzi, celebre per le sue splendide ricerche di elettro-fisiologia; Francesco Bonucci, morto nel 1867 a Perugia, fisiologo e antropologo; Vittorio Pecchioli, nato nel 1788 a Settignano, morto nel 1870, entomologo, autore dell'opera « Le conchiglie fossili di Toscana »; Michele Balsamo Crivelli, nato nel 1800 a Milano, morto nel 1871, autore di pregevoli ricerche sulla coltivazione delle api; Paolo Gaddi, morto nel 1871 a Modena, che lasciò importanti pubblicazioni d'anatomia umana e comparata; Paolo Savi, nato nel 1798 a Pisa, morto nel 1871, del quale si può dire quel che il Morgagni disse di Bartolomeo Eustachio, che cioè « ogni sua osservazione fu una scoperta », zoologo e anatomo insigne, autore di monografie di grande importanza sul *julus foetidissimus*, sul *batta acervorum*, sulla talpa, sul *sorex toracicus* e sul *s. etruscus*, sulla *salamandra perspicillata*, sul *mus testorum*, sul *vespertilio Bonapartii*, di un lodato « Catalogo degli uccelli della provincia Pisana », della celebrata « Ornitologia toscana », opera classica, di molti scritti di zootomia, e d' un trattato dei minerali di ferro dell'isola d'Elba: Giuseppe Gabriele Balsamo Crivelli, nato nel 1800 a Milano, morto nel 1874, che arricchì i musei di storia naturale di Pavia, e lasciò importanti studi sugli elminti, sulle spugne, sulla generazione spontanea, sugli organi di riproduzione delle anguille da lui scoperti, sui muschi, ecc.; Carlo Tacchetti, nato a Verona nel 1815, morto

a Padova nel 1874, entomologo, che lasciò preziose raccolte e superbi « Materiali per una fauna entomologica del Padovano »; Atto Tigri, nato nel 1818 a Pistoia, morto a Siena nel 1875, anatomo, fisiologo, noto per aver scoperto i corpuscoli alati della milza e la comunicazione fra le vene e le arterie dello stesso organo, e per aver dimostrato per primo la funzione della midolla delle ossa; Paolo Panceri, nato nel 1833 a Milano, morto a Napoli nel 1877, anatomo illustre al quale Napoli deve il più splendido gabinetto di anatomia comparata che sia in Italia e la scienza numerose scoperte quali la presenza dell'acido solforico nei gasteropodi, e la dimostrazione dell'azione degli organi generatori di luce negli animali marini fosforescenti, ed infinite interessanti pubblicazioni; Franz Boll, nato nel 1849 a Neu-Brandeburg, morto nel 1869 a Roma dove fu a lungo professore di anatomia e fisiologia comparate nella Università, celebre per la scoperta dell'eritropsina dell' occhio, la sostanza colorata in rosso continuamente rinnovantesi nella retina, alla quale dobbiamo la formazione e la persistenza delle imagini; Camillo Róndani, nato in Parma nel 1808, ivi morto nel 1879, ditterologo di fama mondiale, autore del « *Dipterologiae Italicae prodromus* » (1856-1877) cui diede numerose aggiunte, e di infinite memorie minori sui ditteri esotici e su molti altri insetti; Emilio Cornalia, nato nel 1824 a Milano, morto nel 1882, datosi dapprima agli studi mineralogici e geologici, autore d'una notevole memoria sui « Progressi della zoologia nel secolo XIX » (1847) e di altre sulle condizioni geologiche di alcune valle meridionali del Tirolo, poi alla zoologia ed alla paleontologia, che scoprì nella collezione di vertebrati portata dall'Osculati dall'America (1848) otto nuove specie, autore d'una « Monografia del bombice del gelso » famosa nel mondo della scienza e dell'industria, scopritore di quei corpuscoli che caratterizzano la pebrina del baco da seta e che Pasteur volle chiamar appunto « del Cornalia », direttore del Museo civico di Milano che arricchì di mummie da lui portate dall'Egitto nel 1873, presidente della Società italiana di Scienze naturali, autore del trattato dei « Mammiferi fossili della Lombardia » che fa parte della « Paleontologia lombarda » dello Stoppani, di memorie numerose e importanti come i « Cenni geologici dell'Istria », « Le caverne ossifere del Comasco », « Intorno a nuovi organismi fossili », ecc; Carlo Maggiorani, già nominato fra i paleontologi, noto soprattutto per le sue ricerche sul magnete cominciate molto tempo prima, ma pubblicate nel 1868, che furono cagione per lui di aspre lotte e di dispiaceri infiniti, ma per le quali rivissero gli studi sull'azione del magnetismo sugli animali, che dovevano poi condurre nel 1878 lo Charcot alle sue brillanti esperienze, e intorno a cui pubblicò nel 1880 una interessante memoria « Influenza del magnetismo nella vita animale »; Antonio Garbiglietti, morto a Torino nel 1887, entomologo, autore del « *Catalogus Methodicus et Synonymicus hemipterorum heteropterorum Italiae indigenarum* »; Giulio Ceradini, nato a Milano nel 1844, morto nel 1894, fisiologo noto pei suoi studi sulla circolazione del sangue e sul meccanismo delle valvole semilunari, e per la « Storia della scoperta della circolazione del sangue » (1875), che diede origine a fiere diatribe sulla priorità della scoperta stessa, attribuita da alcuni al Cesalpino ed alla scuola padovana, da altri

alla scuola del Serveto; Luigi Calori, nato a San Pietro in Casale nel 1807, morto nel 1896 a Bologna, anatomo, teratologo, craniologo illustre, autore di infinite memorie; Carlo Giacomini, nato a Sale di Tortona nel 1840, morto a Torino nel 1898, anatomo egregio, noto per gli importanti lavori di parassitologia, sui movimenti del cervello nell'uomo, ecc; Giovanni Zoia, nato a Castelbelforte Mantovano, morto a Pavia nel 1899, illustre anatomo; Alfonso Targioni Tozzetti, che dedicatosi prima alla botanica, sicchè pubblicò una memoria sul guscio dei semi che fu la prima sull'argomento, si dedicò poi alla studio degli invertebrati intorno ai quali pubblicò interessanti memorie, autore anche d'un pregevole scritto « sulle scienze naturali e le loro più recenti questioni » (1866); e finalmente, fra i viventi, ricorderemo

Sul dorso del ghiacciaio dell'Ortler.

soltanto G. B. Grassi, della Università di Roma, già vincitore del premio Darwin della Società Reale di Londra per le belle ricerche sulla costituzione delle colonie delle termiti, e per la brillante scoperta da lui fatta dello sviluppo dei leptocefali, prima creduti forme definitive mostruose di diversi pesci marini, poi da Gill sospettati larve di anguilliformi, e finalmente, secondo il Grassi, che potè anche vederli metamorfosarsi nell' acquario, riconosciuti larve della *anguilla vulgaris*, che si riproduce solo a notevole profondità nel mare dove vive la larva e si trasforma in anguilla. Il G. B. Grassi è illustre anche per gli studi sulla malaria e sulle zanzare che la propagano, studi che appassionarono il mondo scientifico, e a cui presero parte il Marchiafava, il Celli, il Dionisi, il Bastianelli, il Golgi, il Bignami, e che lo condussero alla scoperta che il veicolo di quel triste ematozoo che è la causa delle febbri ma-

lariche, sono l'*anopheles claviger*, dalle grosse zampe, con quattro macchiette a T sulle ali, che penetra nelle case, e il *culex penicillaris*, che ne continua l' opera nel settembre nei canneti, nelle risaje, ecc., e ad imaginare la difesa contro le loro punture mercè le reticelle e i veli e i guanti.

Abbiamo accennato, parlando di de Lacaze-Duthiers e d'altri, alle stazioni zoologiche marine. Non è molto tempo, quando un naturalista si trovava nella necessità di ricorrere a qualche specie marina per risolvere un problema, non poteva procurarsela se non con grandi stenti e con molto danaro, doveva informarsi del luogo, spesso molto distante, dove si trovava la specie desiderata, recarvisi, cercar barche e pescatori, vivere magari in un alberguccio o in una casa di pescatori, e là, solo, senza altre risorse all'infuori di quelle che si creava sul luogo, e che doveva alla propria iniziativa, passar delle settimane, dei mesi talora in preparativi, in tentativi infruttuosi, perdendo del tempo per mancanza di biblioteca, fermandosi per via per mancanza di reattivi, e spesso ritornarsene a mani vuote: senza contare che un' intrapresa simile costava sempre molto danaro, e ben pochi potevano permettersene il lusso. Oggi, grazie alla iniziativa di alcuni egregi naturalisti, le cose sono differenti: sulle rive di quasi tutti i mari sono sorte delle stazioni fisse per gli studi della zoologia marina, là dove la fauna è più abbondante e più varia, e in appositi edifizi è raccolto tutto ciò che può essere utile ad un zoologo: microscopi, strumenti di dissezione, acquarii, biblioteche speciali, barche, battelli a vela ed a vapore, pescatori già addestrati anche alla ricerca dei piccoli esseri che sfuggono attraverso alle maglie delle reti, strumenti di pesca, di sondaggio, di dragaggio... La campagna a questo scopo fu iniziata da Antonio Dohrn, zoologo eminente, nato a Stettino nel 1840, figliuolo del celebre entomologo, dapprima con scarso successo. Ma poi l'Accademia prussiana gli donò un piroscafo, il Ministero prussiano degli Esteri gli accordò 40000 marchi all' anno, e una nobile gara fra governo e privati gli permise di inaugurare nel 1872 nella Villa Reale, a Napoli, la prima Stazione zoologica del mondo. Al piano terreno è l' acquario; sopra sono la biblioteca speciale

Ghiacciaio del Monte Bianco.

ricca di cinquemila volumi, e il laboratorio ampio, illuminato, bellissimo, dove possono stare da quaranta a cinquanta studiosi. Nei primi 25 anni vi lavorarono 950 fra zoologi, anatomi, fisiologi, botanici e medici, dei quali 341 tedeschi, 228 italiani, 83 russi, 75 inglesi, 223 d'altre nazioni: francesi, olandesi, norvegesi, americani e persino giapponesi. Oltre al Dohrn vi sono altri dieci scienziati e trenta impiegati subalterni, e la Stazione pubblica tre grandi riviste speciali. Vi si recano numerosi anche gli ufficiali di marina per compiere gli studi necessari per le esplorazioni marine. Il tenente Gaetano Chierchia, dopo aver studiato là quattro mesi, fece il giro del mondo (1882-1887) sulla « Vittor Pisani », e ne tornò con una collezione quale nessun altro mai avea potuto mettere insieme. Il Dohrn, nei « *Preussische Jahrbücher* », poi sulla « Nuova Antologia » (1872), predisse che fra pochi anni gli scienziati avrebbero avuto molte altre Stazioni zoologiche. E fu trattato come un visionario. Ma la fine del secolo XIX ne contava già più di trenta, delle quali sei nel solo Mediterraneo: a Napoli, a Trieste, a Villafranca, a Cette, a Marsiglia, a Bonyuls; la Francia ne aveva sei, l' Inghilterra quattro, la Spagna due, sette l'America settentrionale, una ne avevano l'Olanda, la Norvegia, la Prussia, la Danimarca, il Giappone, l'India, la Nuova Zelanda, ecc.

Fra i botanici francesi più eminenti ricordiamo la signora Libert, di Malmedy, morta nel 1865, nota pei suoi studi sulle crittogame; Giovanni Montagne, nato nel 1774 a Parigi, morto nel 1866, che pure s'occupò delle crittogame inferiori europee e delle esotiche, del Brasile, della Guiana, di Cuba, dell'Algeria e dell'India specialmente; Enrico Lecoq, morto nel 1871, noto per gli studi di geografia botanica, sulle piante foraggere, sulla fecondità naturale e artificiale delle piante; Arturo Gris, nato nel 1830, morto nel 1872, che successe nella cattedra al Museo di Parigi a Brongniart, e che lasciò belle ricerche e profonde osservazioni sugli ovuli, sullo sviluppo del seme, sul fiore femminile delle conifere, ecc.; Anton Lorenzo Fée, nato nel 1789, morto

Ghiacciaio del Brenva.

nel 1874, presidente della Società botanica di Francia, autore di pregevoli memorie sulle crittogame, sulle felci del Brasile, ecc.; Gustavo Thuret, nato nel 1817, morto a Nizza nel 1875, autore di mirabili scoperte sulla struttura e sulle funzioni delle alghe, e le di cui opere « sulle zoospore delle alghe » e sugli « anteridi delle crittogame » (1851) gli fruttarono il grande premio dell'Accademia delle Scienze; Achille Guillard, nato nel 1799, morto a Parigi nel 1876, che s'occupò d'anatomia vegetale, dello sviluppo del fiore, dell'« orologio di Flora », ecc; l'abate Questier, morto nel 1879, che recò un notevole contributo alla conoscenza della flora parigina; Edoardo Spach, nato a Strasburgo nel 1801, morto nel 1879, botanico illustre, che studiò profondamente l' embriogenia del *pinus*, della *thuya*, del *taxus*, ecc., illustrò molte piante orientali, e lasciò fra l'altro una bella « monografia dell'ippocastano » e la « Storia naturale dei vegetali fanerogami » (1834-1848) in quattordici volumi; Roberto Fortune, nato nel 1812, morto nel 1880, al quale si debbono quasi tutte le piante cinesi e giapponesi che si trovano ora in Europa; Germain de Saint-Pierre, morto nel 1882 a Hyères, autore d'una « Flora dei dintorni di Parigi » e di un buon « Lessico botanico »; Alfonso Lavalle, nato nel 1835, morto nel 1884, che si dedicò specialmente allo studio della cultura dei vegetali legnosi, e lasciò un'interessante « Monografia delle clematidi » ed altre pubblicazioni; L. R. Tulasne, nato nel 1815 ad Azay-le-Ridan, morto a Hyères nel 1885, collaboratore di Saint-Hilaire nella « Rivista della Flora Brasiliana », autore di pregevolissime pubblicazioni quali una « Memoria sulle ustilaginee » (1847), altre « Sugli apparati riproduttori dei funghi » (1851-1853), i « *Fungi hypogæi* » (1851), « *Selecta fungorum carpologia* » (1851-1863), le « Leguminose d'America », la « Flora della Colombia », la « Flora del Madagascar », « Su alcune gnetacee d'America », sulle « Podostemee », interessanti « Studi d'embriogenia vegetale » nei quali sono notevoli scoperte riferentisi soprattutto alla fecondazione ed alla formazione dell'embrione; E. Planchon, nato a Ganges nel 1823, morto nel 1888, al quale devonsi notevoli studi sulla fillossera e sull'introduzione in Francia delle viti americane; Carlo Cosson, nato nel 1819 a Parigi, morto nel 1890, autore d'un « Viaggio botanico nell'Algeria », d'una « Flora algerina » e d'una « Flora dei dintorni di Parigi »; Beniamino Balansa, morto nel 1892 a Hanoi nel Tonchino, botanico egregio,

Fiori di neve.

che esplorò il Tonchino, la Nuova Caledonia, l'Asia minore, l'Africa settentrionale e il Paraguay, raccogliendo materiale considerevolissimo; Pietro S. Duchartre, nato a Portiragnes (Béziers) nel 1811, morto a Parigi nel 1894, uno dei creatori dell'organogenia florale, collaboratore di Alcide d'Orbigny nel Grande dizionario di Storia naturale, fondatore della « *Revue botanique* » (1845), meritamente celebre per avere con Planchon e Millardet segnalato e diffuso i rimedi contro l'*oidium*, la fillossera e il *mildew*, trovati in seguito agli esperimenti fatti nel giardino botanico agrario da lui fondato, per le belle ricerche sulle aristolochie, sulle zosteracee, autore di pregevoli scritti quali la « Flora Pireniana » la « Geografia botanica dei dintorni di Béziers » le « Clandestina d'Europa », i « Vegetali con placenta centrale libera », l' « Organogenia florale delle malvacee », gli « Elementi di botanica » di cui furono venduti 14000 esemplari, le « Osservazioni teratologiche », ecc.; Gastone de Saporta, nato a San Zaccaria (Varo), morto ad Aix nel 1895, uno dei più illustri botanici francesi, autore di « Studi sulla vegetazione del sud-est della Francia all' epoca terziaria » (1862) completati poi nel 1868 e nel 1888, della « Flora giurassica della Francia » (1872-1891), dei « Prodromi d'una flora fossile dei travertini antichi di Sezanne », di « Ricerche sui vegetali fossili di Meximieux », di un « Saggio sullo stato della vegetazione all'epoca delle marne heersiane di Getinden », di una memoria sulle « alghe fossili » (1882), dell'opera celebre « Il mondo delle piante avanti la comparsa dell' uomo » (1879), dell'« Evoluzione del regno vegetale », dell'« Origine paleontologica degli alberi coltivati o utilizzati dall'uomo », e di infiniti articoli di volgarizzazione sulla « *Nature* », sulla « *Revue des Deux Mondes* », ecc.; A. L. Trécul, morto a Parigi nel 1896, micrografo illustre, autore di studi importantissimi sulle antocarpacee, sull' origine e lo sviluppo delle fibre, sull'accrescimento in grossezza del diametro delle dicotiledonee, sulla teoria dell'innesto, sulla formazione delle foglie, sui vasi laticiferi, ecc.; Adolfo Chatin, nato a Ile-Marianne-de-Saint-Quentin (Isère) nel 1814, morto nel 1901, che per sessant'anni s'occupò di tutti i rami della botanica, dando a'suoi studi un'impronta originalissima, e diffondendovi idee che poi aprirono la via ad altri a nuovi studi e scoperte, autore d'un'« Anatomia comparata dei vegetali » incominciata nel 1856, ma lasciata incompleta, di pregiati studi sulle piante

Fiori di neve.

parassite, sull'antera, sulle tuberacee (1892), ecc.; Carlo Naudin, già più volte ricordato, nato a Autun nel 1815, morto ad Antibo nel 1899, fra i più illustri botanici del secolo, autore di bellissime pubblicazioni sulla *drosera* (1840), sulle solanacce (1842), sullo sviluppo degli organi appendicali delle piante, sulla flora del Brasile, d'una splendida « Monografia generale delle melastomacee » nella quale descrisse 250 generi, ed oltre a 500 specie nuove, e d'altri pregevoli scritti quali « Le specie affini e la teoria dell'evoluzione » (1854), il « Manuale d'acclimatazione », « Gli eucalipti », « Sui tubercoli delle leguminose » (1897), ecc.; Alessandro Bivort, morto nel 1872 a Fleurns, autore d'un « album di pomologia », fondatore degli « *Annales de pomologie* »; Luciano Quélet, morto nel 1899 a Hérimoncourt (Doubs), il botanico che dopo Fries fece più progredire la storia naturale dei funghi, autore dell'« *Encheridion fungorum in Europa media et praesertim in Gallia vigentium* » (1886) e della « Flora micologica della Francia e dei paesi limitrofi » (1888), due splendide opere completate da numerosi supplementi e appendici.

Fra i botanici tedeschi meritano speciale menzione Carlo Federico Filippo von Martius, nato a Erlangen nel 1794, morto a Monaco di Baviera nel 1867, autore d'una « Flora brasiliense » (1840) incompleta, d'una « Storia naturale delle palme » 1823-1850) e d'una memoria sull'« Immortalità delle piante » nella quale con Fechner, Schmit, Boscowitz, che pubblicò sull'argomento l'interessante volumetto « L'anima delle piante » (1867), ed altri accorda alle piante la facoltà di sentire, non solo, ma un'anima immortale; Bertoldo Seemann, nato ad Annover nel 1825, morto nel 1873 nelle miniere d'oro di Djorali nel Nicaragua, botanico viaggiatore di bella fama, autore della « *Flora Vitiensis* » (delle isole Viti o Fidji), e della « *Flora arctica* »; Bartling, nato nel 1798, morto a Göttingue nel 1875, celebre pei suoi lavori di tassinomia e di fitografia, autore degli « *Ordines naturales plantarum* »; Gustavo Wallis, nato nel 1830 a Lüneburg, morto nel 1878, viaggiatore, botanico distinto, che fu nel Brasile, dove risalì il rio delle Amazzoni scoprendo numerose e importanti piante quali la *marantha illustris*, la *m. Wallisi*, la *m. Lindeniana*, la *calathea pavonium*, la *cipus amazonica*, la *tillandsia argentea*, ecc.; Enrico Burckhardt, nato ad Adelepsen (Göttingue), morto nel 1879 ad Annover, il più dotto e profondo conoscitore della silvicultura; Carlo Koch, nato nel 1809, morto nel 1879 a Berlino, autore d'una « Dendrologia » classica, e di pregevolissime memorie sulle piante coltivate nei giardini; Reichembach, morto ad Amburgo nel 1889, noto per le ricerche originali sulle orchidee e sull' ibridismo vegetale; N. Pringsheim, morto a Berlino nel 1894, il primo botanico che abbia veduto il meccanismo della formazione dell' ovo, assistendo all'unione d'un anterozoidio e d'un oogonio d'un'alga, che scoprì più tardi non essere la differenza esterna fra i gameti una condizione necessaria della sessualità e della fecondazione, studiando l'unione delle zoospore delle volvocinee, unione dalla quale deriva l'ovo, noto anche pei suoi studi sui funghi sarcolegnosi, sulla funzione clorofilliana, ecc., fondatore (1870) e direttore sino alla morte di un' eccellente « Raccolta di memorie di botanica »; Giulio von Sachs, nato a Breslavia nel 1832, morto nel 1897 a Würzburg, dove fondò uno dei più grandi istituti di fisiologia vegetale del mondo, bo-

tanico illustre, autore d'un « Compendio di botanica » , d' un « Manuale di fisiologia sperimentale », d'una « Storia della botanica dal XVI secolo al 1860 » ; e Ferdinando Cohn, nato nel 1827, morto nel 1898 a Breslavia, famoso per le ricerche sulle alghe, e perchè fu il primo ad occuparsi della cultura delle bacteriacee, di cui classificò le forme e precisò le affinità, iniziando le ricerche nelle quali fu sommo Pasteur.

Fra i botanici d'altri paesi sono degni di nota: William Hooker, morto nel 1865 a Kew (Londra), autore d'una « Flora britannica » e d'una « Flora boreale-americana »; Giuseppe Würscewiez, di Cracovia, morto nel 1866, che esplorò l'America meridionale scoprendovi molte specie nuove di piante; Fu G. Ruprecht, nato nel 1825, morto a Pietroburgo nel 1870 , che lasciò una «Flora ingrica», « I vegetali del Caucaso », « I vegetali del Tundra Samoiedo»

Sommità del Vesuvio; cono eruttivo con esplosione di scorie e sabbie.

« I vegetali dell'Ural settentrionale », « Le crittogame russe », e « I vegetali del mare di Ochotsk »; Andrea Oersted, nato nel 1816 , morto nel 1872 a Copenaghen, noto per belle scoperte intorno allo sviluppo dell' *aecidium camellatum*, alcune memorie sui funghi, e una « Flora dell'America centrale »; Dorner, botanico ungherese, morto nel 1874; Meissner, nato nel 1810 a Basilea, morto nel 1874 , che lasciò pregevoli monografie delle poligonacee e delle rimelacee; T. Lange, morto a Copenaghen nel r875 a cinquant'anni, autore di bellissimi studi sui muschi di Toscana; L. von Houtte , nato nel 1810, morto a Gendbrugge presso Gand nel 1876, che fondò nel 1845 la « Flora delle serre e dei giardini d'Europa », la più bella pubblicazione orticola europea periodica che si conosca , e alla quale collaborarono i più eminenti botanici d'Europa; Alessandro Dalzelle, morto nel 1878, autore d'una « Flora di Bombay »; Bartolomeo Du Mortier, nato nel 1796, morto a Tournay nel 1878, ordinatore del celebre giardino botanico di Bruxelles, noto per gli studi

sulle graminacee, sulle jungermmanidee, ecc. e per una « Flora belga » accuratissima; Giuseppe Decaisne, nato a Bruxelles nel 1807, morto a Parigi nel 1882, che da operaio giardiniere adetto al Museo di Storia naturale seppe diventare professore di cultura nel Museo stesso e membro dell' Accademia delle Scienze, autore di pregevoli trattati di botanica e d'orticultura, e di osservazioni e scoperte che ebbero numerose e notevoli applicazioni industriali; Giorgio Bentham, nato nel 1799, morto a Londra nel 1884, che giovane si occupò di studi filosofici e legali, ma dopo il 1829 si dedicò alla botanica diventando un classificatore di merito eccezionale, e lasciando una « Flora di Hong-Kong », una « Flora d'Australia », bellissime monografie delle composite, delle graminacee e delle orchidee, e specialmente i lodatissimi « *Genera plantarum* » (1883); Carlo Edmondo Boissier, nato a Ginevra nel 1810, morto a Valleyres (Svizzera) nel 1885, scolaro di De Candolle, grande esploratore delle Alpi, che viaggiando la Spagna vi scoprì con altre specie il *pinus pinsaps*, magnifica conifera sino allora sconosciuta, ora comune in tanti parchi d'Europa, descritta nel suo bel « Viaggio botanico nel mezzodì della Spagna », visitò la Grecia, l'Anatolia, la Siria, l'Egitto, facendo ivi pure notevoli scoperte, e lasciò fra le tante altre pubblicazioni anche una monografia delle euforbiacee e la « *Flora orientalis* » (1867-1884), modello insuperato di perseveranza e di attività sia nelle esplorazioni, sia nei lavori di gabinetto; Edoardo Morren, nato a Gand nel 1833, morto a Liegi nel 1886, autore del « Belgio orticolo », celebrato per le belle ricerche sui fenomeni del moto, sulla sensibilità, e su altre proprietà dei vegetali, sulle piante carnivore, ecc.; Areschong, botanico svedese egregio, morto a sessantasei anni nel 1887, autore d'una pregevole « *Iconographia phyctologiea* » e dei « *Symbola Algarum Florae Scandinaviae* »; Fergusson, morto nel 1887, che illustrò la « Flora di Ceylan » dove visse lunghi anni; Vincenzo Korteletzky, nato nel 1800, morto a Praga nel 1887, professore di botanica nell'Università di Praga e direttore di quell'orto botanico; J. C. B. Moens, nato nel 1838, morto a Harlam nel 1887, direttore delle piantagioni di china a Giava, al quale si deve la scoperta che la *cinchona ledgeriana* sino allora sconosciuta è la specie più ricca del noto alcaloide della china, e un bel trattato della « Coltivazione della china in Asia » (1882); Ernesto Guglielmo Ravenel, morto nel 1887 a Aiken (Carolina del sud), noto pei suoi bellissimi studi sui funghi « *Fungi Caroliniani exsiccati* » e « *Fungi Americani exsiccati* »; Cornelio von de Saude Lacoste, nato nel 1815, morto nel 1887 ad Amsterdam, collaboratore lodato della « Briologia di Giava »; Asa Gray, americano, morto nel 1888 quasi ottuagenario a Cambridge, che a ventisei anni pubblicava un volume di « Elementi di botanica » anche oggi tenuto in gran conto, autore di studi pregevolissimi come la « *Synoptical Flora* » incompleta, ed i « *Genera Florae Borealis Americanae Orientalis* », e di altre belle pubblicazioni sulle flore dell'America settentrionale e del Giappone, darwinista convinto e delle teorie dell'evoluzione così attivo propagandista da meritar il titolo di « avvocato del Darwin in America »; Green Niels, morto a ottantadue anni nel 1892 a Cristiania, celebre botanico, accanito avversario delle teorie di Darwin; Edoardo Regel, nato nel 1815, morto nel 1892, illustre botanico russo, che illustrò la flora della Russia asiatica; Ferdinando Müller,

nato nel 1825, morto a Melbourne nel 1896, che visse cinquant'anni in Australia, lasciò undici volumi di fitografia australiana e un ottimo « Trattato di botanica » e collaborò alla « Flora australiana » di Benthum; Edmondo Russow, nato a Revel nel 1841, morto a Dorpat nel 1897; Giorgio Agardh, svedese, nato nel 1813, morto nel 1901, che per sessantacinque anni s' occupò senza posa, come il padre suo Adolfo, delle alghe, studiando specialmente le floridee, e descrivendone moltissime nuove specie, autore di classificazioni fondate sui caratteri forniti dalla disposizione delle spore nel frutto completamente sviluppato, che furono seguite dai botanici sino a che Fr. Schmitz recentemente scelse come punto di partenza per nuove classificazioni la struttura e lo sviluppo dell'apparato femminile, lasciando per altro quasi intatti parecchi dei suoi gruppi.

Campo di lave vesuviane dell'eruzione del 1858, con vista dell'Osservatorio e il Monte Somma.

Finalmente fra gli italiani ricorderemo Carlo Vittadini, morto nel 1865, autore d'una « Monografia sulle crittogame »; Guglielmo Gasparini, nato nel 1804 a Castelgrande in Basilicata, morto nel 1866 a Napoli, professore ordinario di botanica prima a Pavia, poi a Napoli dove diresse l'orto botanico, autore di eccellenti pubblicazioni di anatomia e di fisiologia botanica, e delle scoperte di molte specie sconosciute di piante; Giorgio Caruel, nato nel 1800 a Valtournanche (Aosta), morto nel 1870, autore di una « Flora Valdostana » e d'un trattato di mineralogia; Francesco Valenti-Serini, nato nel 1796 a Siena, morto nel 1872, che s'occupò molto dello studio dei funghi e pubblicò una bella monografia dei « Funghi sospetti e velenosi del Senese »; Giuseppe De Notaris, nato a Milano nel 1805, morto a Roma nel 1877, che lasciò numerose pubblicazioni sui muschi, sulle alghe, sui licheni, sui funghi, ed un lodatissimo « Epilogo della briologia italiana » (1869); Francesco Papa, nato nel 1801 a Felizzano, morto a Torino nel 1877, autore fra l'altro d'una

preegevole « Flora foraggiera »; Giovanni Zanardini, morto a Venezia nel 1878, autore d'una monografia « Sulle ficee nuove e più rare dell'Adriatico e del Mediterraneo » ; Ettore Celi, nato a Massa-Carrara nel 1825, morto a Portici nel 1880, che fondò nel 1860 a Modena il primo comizio agrario italiano dopo quelli del Piemonte, e lasciò belle pubblicazioni di fisiologia vegetale, un « Corso di botanica » e un « Trattato delle piante da foraggio »; Santo Garovaglio, nato nel 1805 a Como, morto nel 1882 a Pavia, botanico illustre, fondatore e direttore del laboratorio crittogamico di Pavia, autore delle memorie « Muschi rari delle province di Como e della Valtellina », della « *Lichenoteca italica* », dell' opera « Le felci della provincia di Como », e di alcuni discorsi sulla botanica; Nicola Antonio Pedicino, nato nel 1839 a San Giuliano del Sannio, morto nel 1883, professore di botanica nell' Università di Roma dal 1877 in poi, autore di bellissimi studi « Sulle diatomee viventi presso alcune terme d'Ischia » (1868), « Sulla vegetazione presso le terme » (1877), e « Sull' accrescimento del fusto nelle dicotiledonee », di accurate « Note algologiche », e di alcuni lavori sulle araliacee e sulla germinazione, interrotti dalla morte; Gaetano Cantoni, nato nel 1815 a Milano, morto nel 1887, fra i primi in Italia a gettar le basi dell'agricoltura razionale, fondatore della Scuola superiore d' Agricoltura di Milano (1870) della quale fu direttore e insegnante sino alla morte, autore d'una « Fisiologia vegetale applicata all'agricoltura » (1859) che destò rumore pei principi espostivi circa la nutrizione delle piante; Alessio Malinverni, morto a Vercelli nel 1887, distinto cultore degli studi botanici nel Vercellese; Agostino Todaro, morto nel 1892; Antonio Mori, morto nel 1902 a Modena, autore di pregevoli pubblicazioni di fisiologia vegetale e sulle crittogame; Federico Delpino, fra i più valenti, autore di numerose pubblicazioni, e principalmente « Sugli apparati della fondazione delle antocarpee », i « Pensieri di biologia vegetale », opera veramente classica, le « Osservazioni sulla dicogamia », la « Geografia botanica », la « Teoria della fillotassi » (1883) e l' « Applicazione della teoria darwiniana ai fiori e agli insetti visitatori dei fiori » ; G. Gibelli, autore di notevoli studi sui licheni e col Casati e col Passerini d'un « Compendio della flora italiana »; Teodoro Caruel, che diede sì largo contribuito alla conoscenza della flora toscana dal 1860 in poi, e le idee del quale in tassinomia furono presso che seguite da tutti; P. A. Saccardo, che fra l'altro scrisse anche la « Storia e letteratura della flora veneta »; Venturi, autore d'una bella « Florula briologica della valle di Rabbi

Sommità del Vesuvio.

nel Trentino »; Giovanni Arcangeli, autore d'un ottimo « Compendio della flora italiana » e, per non dire d' altri viventi, il Borzù, ad una scoperta del quale riferentesi alla esistenza nelle piante di elementi istologici, coordinati alla funzione della sensibilità, e che costituirebbero come il sistema nervoso dei vegetali (stimmi), fu recentemente annessa, come meritava, grande importanza.

Non meno numerosi, non meno illustri cultori avevano intanto la mineralogia e la geologia. Ricordiamo i maggiori. Carlo Rusconi, nato a Monticelli nel 1813, morto a Roma nel 1867, definiva l'origine dei tufi vulcanici del Lazio; Antonio Orsini, morto nel 1870, compiva studi geologici importantissimi sugli Appennini; Lodovico Pasini, nato a Schio nel 1804, morto ivi nel 1870, contribuiva alla fondazione in Firenze, capitale del regno di Italia, di una collezione centrale di geologia italiana. Haidinger, nato nel 1795 a Vienna, ivi morto nel 1871, allievo di Mohs, mineralogsta insigne, autore d'un « Trattato di mineralogia » che fu tra i migliori (1825-1843), autore della « Geologia d' Austria », studioso dei meteoriti, contribuiva alla fondazione dell'Istituto geologico I. R. di Vienna. Sommo geologo, Ro-

Eruzione dell'Etna del 29 agosto 1874.

drigo Impey Murchison, nato nel 1792, morto nel 1871 a Londra, nel 1839 pubblicava il « Sistema siluriano », nel 1845-1846 la « Geologia della Russia e dei Monti Urali », poi una « Memoria sulla struttura geologica delle Alpi e degli Appennini » tradotta in italiano nel 1850 da P. Savi e da G. Meneghini, che aggiunsero una appendice sulla geologia della Toscana. Ferdinando Dal Verme, nato a Milano nel 1843, morto a Zanzibar nel 1873, geologo mineralogo viaggiatore, recava dalle regioni esplorate largo contributo di materiale di minerali e di rocce, di osservazioni. Nel 1856 Matteo Fontaine Maury, nato nel 1806 nella Virginia, morto nel 1873, pubblicava la sua famosa « Geografia fisica del mare ». Adams Sedgwick, nato a Dent nel Jorkshire.

morto nel 1873, studiava con Murchison i terreni siluriani e devoniani della Gran Bretagna, poi la geologia delle Alpi e delle provincie renane, contribuiva alla fondazione della Società geologica di Londra, e ne era eletto presidente. Giovanni Phillips, geologo eminente, morto a Oxford nel 1874 a 73 anni, pubblicava il suo bel « Trattato di geologia », la sua « Storia della

L' Etna visto da Catania.

Terra » e infinite altre opere minori. Bourkart, mineralogista e geologo, nato nel 1798, morto nel 1874, compiva interessanti esplorazioni nel Messico. Edoardo Collomb, nato nel 1796, morto nel 1875 a Parigi, accompagnava Agassiz nei viaggi che gli servirono a stabilire la teoria dei ghiacciai, componeva la prima carta geologica della Spagna, ed illustrava i ghiacciai della Svizzera. Giorgio Poulett Scrope, morto nel 1876 a Cobhan nell'Inghilterra, ottuagenario, pubblicava la sua opera classica sui « Vulcani », e importanti studi geologici dei territori di Padova, di Vicenza, di Verona, delle isole Ponza, del distretto di Napoli, di Stromboli. Armando di Barth-Harmating, nato nel 1843 ad Eurasburg, morto nel 1877 a San Paolo di Loanda, darwinista, geologo egregio, esplorava le Alpi e i monti dell'America meridionale. Edoardo Eichwald nato a Mittau nel 1795, morto a Pietroburgo nel 1877, illustrava il Caspio, il Caucaso, la Russia meridionale, dal punto di vista geografico, geologico, mineralogico, zoologico, botanico. Gualtiero Sartorius von Waltershausen, nato a Göttingue nel 1809, morto nel 1896, illustrava i vulcani dell'Islanda, di Sicilia, ecc. Il padre Angelo Secchi, nato a Reggio Emilia nel 1818, morto nel 1878 a Roma, astronomo illustre, dettava il « Quadro fisico del sistema solare », e le sue belle « Lezioni di fisica terrestre ». N. P. Barbot de Marny, insigne geologo russo, nato nel 1832, morto a Vienna nel 1877, collaborava alla carta geologica della Russia, esplorava e faceva conoscere le steppe dei Calmucchi e il delta dell'Amú-Daria. Vittorio Bianconi, nato nel 1819 a Bologna, morto nel 1878, studiava i fenomeni vulcanici secondari, le salse, i vulcani di fango, le stufe, i terreni ardenti, ecc., per primo distingueva e caratterizzava quelle argille ch'egli chiamò scagliose, denominazione adottata poi da tutti i litologi, studiava le filliti, la formazione dei delta, l'emersione

del terreno subappenninico. W. B. Clarke, inglese, nato nel 1798, morto nel 1878, emigrava nel 1839 in Australia e vi pubblicava poi la classica opera « I terreni auriferi dell'Australia ». L'americano C. F. Hartl, morto nel 1878, studiava e illustrava la « Geologia del Brasile » (1870). Il geologo francese Leymerie, nato a Parigi nel 1801, morto nel 1878 a Tolosa, studiava i Pirenei, pubblicava la carta geologica di parecchi dipartimenti francesi e un notevole « Trattato di Mineralogia ». Angelo Sismonda, nato a Cornegliano d'Alba nel 1807, morto nel 1878 a Torino, amico di Beaumont e partigiano delle sue teorie, le diffondeva nei suoi numerosi scritti. Fu maestro dei principi Umberto e Amedeo di Savoia. Pubblicò le carte geologiche di Savoia, di Piemonte, di Liguria. Bartolomeo Gastaldi, del quale già dicemmo come paleontologo, uno dei fondatori con Sella del Club Alpino Italiano, compiva studi profondi dei terreni glaciali alpini sui quali pubblicò numerose e interessanti memorie. W. H. Miller, nato nel 1800, morto nel 1880, pubblicava nel 1854 il suo « Trattato di mineralogia », nel 1866 il « Trattato di cristallografia » con le sue originali notazioni cristallografiche. E. Boricky, nato nel 1840, morto nel 1881 a Praga, illustre mineralogista, pubblicava i suoi splendidi

Cratere centrale dell'Etna visto dal piano dell' Osservatorio.

lavori sui basalti e sui porfidi, e fondava l' analisi microscopica delle rocce. Achile Dalesse, nato a Metz, morto a Parigi nel 1881, geologo e mineralogista insigne, pubblicava i suoi notevoli studi sulla pseudomorfosi dei minerali. Paolo Gorini, nato a Pavia nel 1813, morto a Lodi nel 1881, l'inventore del forno crematorio che ha il suo nome, e d'un metodo d'imbalsa-

mazione del quale s'ignora il segreto, portando ad alta temperatura, al rammollimento pastoso, una massa di materia vulcanica, ripeteva i fenomeni delle eruzioni, e nel 1877 pubblicava le sue teorie sulla « Origine dei vulcani ». Edoardo Desor, uno dei fondatori del Club Alpino Svizzero, nato nell'Assia nel 1811, morto a Nizza nel 1882, accompagnava Agassiz nelle famose osservazioni dei ghiacciai dal 1841 al 1844, e nella memorabile prima ascensione della Jungfraü nel 1841. Giorgio Perkins-Marsh, nato nel 1801 a Woodstack, morto nel 1893 a Vallombrosa, ministro degli Stati Uniti in Italia, filosofo e naturalista egregio, pubblicava nel 1864 la sua opera capitale « L'uomo e la natura, o la geografia fisica com'è modificata dall'azione umana ». Gioacchino Barande, nato nel 1799, morto nel 1883 a Frohsdorf, geologo illustre, studiò per quarant'anni i terreni siluriani di Boemia descrivendone con rara cura la natura geologica e i fossili, e scopriva alcune delle metamorfosi dei trilobiti. Lawrence Smith, morto a Lanisville nel Kentucky nel 1883, pubblicava nel 1853 la sua splendida monografia dello smeriglio dell'Asia Minore, poi si dava allo studio dei meteoriti, pubblicando notevoli memorie sull'argomento, e scoprendo in essi alcuni minerali non esistenti sulla terra, come il sesquisolfuro di cromo. Giuseppe Ponzi, nato in Roma nel 1805, morto nel 1885, compiva il rilievo geologico del bacino di Roma, che portò per frutto le prime carte geologiche del territorio, e pubblicava la prima storia geologica dei vulcani laziali. Francesco Fontanes, geologo illustre, morto nel 1887, illustrava la storia del periodo terziario nel bacino dal Rodano. Bernardo Studer, morto nel 1887 a Berna più che nonagenario, dettava parecchi interessantissimi volumi sulle Alpi, e redigeva la carta geologica della Svizzera. Roberto Damon, geologo insigne, morto nel 1889, studiava la geologia di Weymouth e dell' isola di Portland. Edmondo Fuchs, morto a Parigi nel 1889 a cinquantadue anni, collaboratore nel 1868 di Elia di Beaumont nel rilievo e nel tracciamento della carta geologica particolareggiata dalla Francia, s'occupò soprattutto della scienza dei giacimenti minerali, delle leggi della loro formazione, dei segni rivelatori della loro ricchezza, del modi di sfruttarli, ecc. Pubblicò una splendida monografia dell' « oro ». Studiò le ricchezze mineralogiche della Tunisia (1873, 1874), del Tonchino e del Cambodge (1881) dove contrasse i germi d'una malattia che l'uccise. Per lui fu istituita a Parigi una cattedra di studio dei giacimenti dei minerali dal doppio punto di vista geologico e industriale. Carlo Martin, nato a Parigi nel 1829, morto nel 1889, geologo viaggiatore, compì con Bravais e Lepileur un'ascensione memorabile sul monte Bianco, fu nella Lapponia, visitò i deserti africani, viaggiò nell'Oriente, studiò i ghiacciai del Nord. Alfonso Favre, nato a Ginevra nel 1815, morto nel 1890, geologo insigne, esplorò i monti della Svizzera, tracciò una sezione geologica del monte Bianco, riconobbe per primo che le anomalie della stratificazione delle Alpi sono dovute ad una inversione completa delle stratificazioni stesse (1841). Edmondo Hébert, nato nel 1812 presso Auxerre, morto a Parigi nel 1899, direttore della Scuola normale di Parigi, professore alla Sorbona, membro della Accademia delle Scienze, presidente della Società geologica di Francia, s'occupò di geologia in genere, e di stratigrafia in specie: studiò la stratigrafia del bacino di Parigi, della

Svezia, della Svizzera, dell'Inghilterra, del Belgio, dell'Italia settentrionale, dell'Ungheria, della Provenza, dei Pirenei. Fu fiero avversario delle teorie di Beaumont, partigiano convinto della teoria delle lente oscillazioni, della teoria glaciale, dell'esistenza dell' uomo nel periodo quaternario. Orazio Silvestri, già citato come paleontologo, studente di lettere a Pisa, poi datosi alla scienza per l'interesse in lui destato dalle lezioni del Meneghini, del Savi, del Matteucci, studiò profondamente i fenomeni vulcanici del Vesuvio e dell'Etna, le fasi delle loro eruzioni, la loro storia, fondò e organizzò mirabilmente l'osservatorio fisico dell'Etna. W. Smith Warrington, nato a Napoli nel 1817, morto a Londra nel 1890, studiò le industrie minerarie d'Europa e dell'Asia che percorse a lungo. Fu ispettore geologo a Londra. Fra le sue numerose pubblicazioni merita speciale menzione il « Trattato elementare del carbon fossile e delle sue miniere ». Felice Giordano, morto a sessantasette anni a Vallombrosa nel 1892, cadendo di notte in un burrone, fu ispettore generale delle miniere. Nel 1861 pubblicò un interessante volume sulla « Industria del ferro ». Compì lunghi viaggi all'estero, attese alla pubblicazione della carta geologica del regno. Per primo, nel 1866, compì l'ascensione del Gran Cervino (4482 metri), di quella che Quintino Sella diceva la più dura senza dubbio, ma la più bella montagna delle sue alpi natie, e riuscì a raggiungere la vetta sebbene per via le guide lo abbandonassero. Volendo ritentar l'ascensione nel 1866, sorpreso da una tormenta, fu costretto a passar sei giorni sotto lo sporto di una rupe, a duecento metri sotto la vetta! Nel 1868 salì di nuovo sino alla vetta, scendendo poi pel versante svizzero. Il padre Francesco Denza, l'illustre meteorologo, nato a Napoli nel 1834, morto nel 1894 a Roma, modificò e perfezionò quasi tutti gli strumenti di meteorologia.

Luigi Palmieri.

Mineralogista e geologo di fama mondiale fu Arcangelo Scacchi, nato in Gravina di Puglia nel 1810, morto nel 1893. Laureatosi in medicina nel 1831, si diede indi a poco allo studio delle scienze naturali, e nel 1841 ebbe la nomina di coadiutore per la dimostrazione degli oggetti nella cattedra di mineralogia della Università di Napoli. Nel 1844 fu nominato professore di mineralogia e direttore del museo mineralogico, e tenne la carica sino al 1891, quando fu nominato professore emerito. I suoi primi lavori furono di conchigliologia, e il suo « *Catalogus conchyliorum Regni Neapolitani* » (1836) e gli studi sulle conchiglie fossili d'Ischia e della spiaggia fra Pozzuoli e il Monte Nuovo (1841) sono ancor tenuti in gran conto. Ma poi si dedicò quasi esclusivamente alla mineralogia ed alla vulcanologia, contri-

buendo notevolmente al loro sviluppo con studi e pubblicazioni di sommo valore, fra cui degni di particolar menzione quelli riferentisi alla mineralogia vesuviana, che si può dire tutta cosa sua, le ricerche sulla natura chimica del topazio, la « Distribuzione sistematica dei minerali » (1842), che Berzelius giudicò una delle migliori, gli studi e le osservazioni critiche sul modo col quale fu seppellita Pompei, che posero fine alla questione se essa fosse coperta da una pioggia di ceneri e di lapilli o sotterrata da una inondazione, risolta con la prima ipotesi da lui, gli studi sui cristalli in genere, sulla polisimmetria, sulla poliedria, sul polimorfismo, e specialmente la storia delle eruzioni vesuviane sino al 1855. Fu socio delle più importanti Accademie scientifiche del mondo, e molte delle sue memorie furono tradotte e pubblicate dalle riviste scientifiche di Francia, di Germania, d'Inghilterra e d'America.

Busto di Antonio Stoppani (scultore Branca).

Mineralogo, geologo, zoologo insigne fu James Dana, nato a Utica (New York) nel 1813, morto a New Haven nel 1895. Fece parte della prima spedizione scientifica intorno al mondo intrapresa dagli Stati Uniti nel 1836. Il resoconto che ne pubblicò attrasse su lui l'interessamento e l'ammirazione dell' intero mondo scientifico per le belle ricerche sui zoofiti, per le osservazioni sulla loro distribuzione geografica, per le note sul grande vulcano delle isole Sandwich, il Mauna Loa, quasi sconosciuto, e sui singoli fenomeni che presenta sulle sue falde quell' immenso lago ardente in ebollizione che è il Kilanea. La produzione scientifica che seguì, superò la giusta aspettazione di tutti. Ricordiamo le belle « Ricerche comparate sulla riproduzione dei vegetali e dei raggiati », le « Ricerche sulla generazione spontanea », « Sulla partenogenesi », « Sulla temperatura delle profondità del mare in rapporto alla distribuzione degli animali », « Sulle isole corallifere », « Sui crostacei », ecc. Il suo « Sistema di mineralogia » esercitò grandissima influenza sullo sviluppo degli studi mineralogici. Nella quarta edizione espose la classificazione che tuttodì è tenuta in gran conto e seguita da molti. Nel 1863 pubblicò il « Trattato di geologia », che pure fece epoca, e di cui la quarta edizione apparve un mese appena prima della sua morte (1895). Altri studi importanti pubblicò il Dana sulle montagne Verdi e sui monti Taconici, sulla formazione delle catene delle montagne, e soprattutto è notevole la sua « teoria dei geosinclinali », secondo la quale il sorgere delle montagne fu preparato da un affondamento progressivo nei bacini di sedimentazione.

Geologo genialissimo fu Augusto Samuele Jaccard, nato nel 1833, morto

nel 1895 a Neuchâtel, autore d'una bella « Descrizione geologica del Giura » e di interessantissime « Conversazioni geologiche ». William C. Williamson, nato nel 1816, morto a Londra nel 1895, biologo, lasciò notevoli studi sulle piante appartenenti al periodo carbonifero. Giuseppe Prestwich, nato nel 1814, morto nel 1896 a Liverpool, lasciò importanti studi sui terreni quaternari, e una grande e bella carta geologica dell'Europa (1888). Leone de Pasquier, nato a Neuchâtel nel 1864, morto nel 1897, studiò i depositi glaciali del nord della Svizzera. Lieder, nato a Berlino nel 1892, morto nel 1897 nella Colombia, fu a scopo scientifico dal 1891 al 1893 nell'Africa orientale, che illustrò geologicamente. Augusto Streng, mineralogista illustre, nato a Francoforte sul Meno nel 1830, morto nel 1897 a Giessen, fece studi profondi sulla diorite di Kyffhaüser, sui minerali del Minnesota, sulla porfirite di Ilfeld, ricerche chimiche mineralogiche sui feldispati, sur una serie di fosfati, sulle zeoliti, ecc. Giulio Andrea Pirona, nato nel 1822, morto a Udine nel 1895, pubblicò nel 1856 le sue interessanti « Lettere geologiche sul Friuli », nel 1861 i « Cenni geognostici sul Friuli », e una bella memoria « Sulle antiche morene del Friuli »; nel 1863 gli « Studi geologici sul Recoarese », nel 1870 gli « Studi geologici sui Monti Euganei ». Illustrò la fauna cretacea del Friuli, i terremoti del Friuli del 1889, ecc. Luigi Palmieri, nato a Faicchio in quel di Benevento nel 1807, morto nel 1896, fu direttore dell'Osservatorio meteorologico del Vesuvio dopo il Melloni, cioè dal 1853. Pubblicò una pregevole opera sulle « Leggi e origini dell'elettricità atmosferica », inventò strumenti d'osservazione importanti, quali il sismografo elettro-magnetico, l'idrometro autografico, ecc. Descrisse l' « Incendio Vesuviano del 26 aprile 1872 » e le eruzioni che seguirono, accompagnando le descrizioni con osservazioni preziose che interessarono tutto il mondo scientifico.

G.E. GALLIENI

Luigi Figuier.

Giuseppe Meneghini, nato nel 1811 a Padova, morto a Pisa nel 1889, fu tra i più colti naturalisti del secolo. Esordì occupandosi di botanica. I « Ricordi sulla struttura del canale delle piante monocotiledonee » (1836), il « *Conspectus Algologiae euganeae* » (1837), il « *De Bryopsidum fructificatione* », i « Cenni sull'organografia e fisiologia delle Alghe » (1848), opera magistrale, gli studi sulle desmidee, sulle ficee, sui licheni, l'opera sulle « Alghe italiane e dalmatiche » iniziata nel 1848, la « Nuova teoria di morfologia detta dei meritalli », lo posero fra i più illustri botanici. Pubblicò poi una « Memoria sui polipi »; ma nel 1848, compromesso per affari politici, dopo il ritorno degli Austriaci nel Veneto, si recò a Pisa, dove ebbe la cattedra già tenuta dal Pilla. Allora col Savi pubblicò la traduzione italiana della « Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi » del Murchison, corredandola di note e di osservazioni originali sulle nummuliti eoceniche. Nel 1853 pubblicò una memoria su « Nuovi fossili toscani », dal 1856 al 1860 la « Paleontologia della Sardegna », poi la « Monografia dei fossili del cal-

care rosso ammonitico della Lombardia e dell'Appennino centrale », la memoria sulla « Costituzione geologica della provincia di Grosseto », altre memorie sul « giacimento cuprifero di Libbiano », sul « macigno ofiolitico », ecc.

Antonio Stoppani, nato nel 1824 a Lecco, morto nel 1891, sebbene studiasse teologia, cominciò da giovane ad occuparsi di ricerche geologiche sui monti, intorno alla città natale. Nel 1848 prese parte alle Cinque Giornate gloriose di Milano, poi seguì l'esercito piemontese e lombardo nella campagna contro l'Austria. Ritornato a Milano, insegnò in un Seminario, ma poi, perchè rosminiano, dovette abbandonare l'insegnamento. Nel 1862, dopo aver insegnato due anni in un collegio privato, fu nominato professore di geologia nella scuola degli ingegneri di Milano, e tenne molte lezioni pubbliche nel Civico Museo. Nel 1877 andò insegnante nell'Istituto superiore di Firenze; ma nel 1882 ritornò a Milano, dove fu di nuovo insegnante nel Museo del quale fu fatto direttore. Raccolse un materiale ingente di geologia, e nel 1857 pubblicò i suoi « Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia » cui seguirono numerose memorie e due volumi della « Paleontologia lombarda ». Scrisse delle palafitte preistoriche dei laghi lombardi, del petrolio in Italia, della teoria del Gorini sui vulcani. Dal 1865 al 1870 pubblicò le « Note ad un corso annuale di geologia » che poi ripubblicò dal 1871 al 1873 col titolo « Corso di geologia ». Pubblicò quindi alcune memorie sulla « purezza del mare e dell'atmosfera », sul modo di tracciare una « carta geologica d'Italia », sull' « acqua potabile per Milano », sull' « ambra nella storia e nella geologia », sui « ghiacciai alpini », sui « ghiacciai polari », ecc. Pei libri e per gli opuscoli scritti sui rapporti fra la scienza e la religione ebbe attacchi e noie. Fu antidarwinista convinto, e nel suo « Corso di geologia » non risparmiò i frizzi e le frecciate contro la teoria dell'evoluzione e i suoi partigiani.

Gastone Tissandier.

Geologo sommo fu Gabriele Augusto Daubrée, nato a Metz nel 1814, morto a Parigi nel 1896. Il suo « Studio sui Vosgi », la « Descrizione geologica del basso Reno », gli « Studi sull'oro del Reno », sul « bitume di Rechelbronn », sulla « temperatura delle sorgenti dei Vosgi », sui « giacimenti di stagno di Francia, Inghilterra e Germania », sui « fenomeni erratici nella Scandinaria », gli crearono una bella e meritata fama, che crebbe con le originali, splendide esperienze di sintesi dei minerali. Nel 1851 riu-

sciva a produrre artificialmente gli ossidi di stagno e di titano, l'apatite, il topazio, nel 1876 le rocce che accompagnano il platino. Nel 1859 aveva pubblicato gli « Studi ed esperienze sintetiche sulla formazione e sul metamorfismo delle rocce cristallizzate »; nel 1866 iniziò le belle ricerche e gli studi sui meteoriti, che analizzò e che classificò, e che riprodusse nei loro tipi più comuni mercè l'azione del vapor d'acqua ad elevata temperatura e ad alta pressione sui minerali che le costituiscono. Alla Esposizione universale di Parigi del 1867 fu relatore sui progressi della geologia sperimentale. Fra i suoi maggiori lavori sono gli « Studi sintetici di geologia sperimentale » pubblicati nel 1879, le « Esperienze sull'azione meccanica sulle rocce terrestri » e « Le acque sotterranee nell'epoca attuale e nelle antiche » (1887).

Notevolissimo fu soprattutto nella seconda metà del secolo XIX l'opera dei volgarizzatori della scienza e degli scrittori di storia delle scienze. Ricordiamo fra i maggiori Giovanni Poggendorff, nato ad Amburgo nel 1896, morto a Berlino nel 1877, celebre fisico, autore del più completo « Dizionario biografico degli scienziati »; J. C. Chenu, nato a Metz nel 1708, morto nel 1879 a Parigi, la di cui « Enciclopedia di storia naturale » è una delle più reputate dopo le opere di Buffon; Alfredo Terquem di Metz, autore d'un bel volume sulla « Scienza Romana all'epoca di Augusto »; Gilberto Govi, di Modena, astronomo egregio, autore di belle memorie su Copernico, su Galileo, ecc.; don Raffaello Caverni, autore d'una splendida pubblicazione sulla « Storia del metodo sperimentale in Italia » (1890) premiata dal R. Istituto Veneto di Scienze; Federico Zürcher, nato a Tolosa nel 1816, morto a Tolone nel 1890, ed Elia Margollé, autori di alcuni bellissimi volumi della così detta « Biblioteca delle meraviglie » sui vulcani, sui ghiacciai, sul mondo sotterraneo, sulle meteore, ecc.; Amedeo Guillermin, morto nel 1893, autore di opere popolari sul cielo, le comete, ecc.; Baldassarre Boncompagni, nato a Roma nel 1821, morto nel 1894, fondatore del « Bollettino di bibliografia e storia delle scienze fisiche e matematiche »; Luigi Figuier, nato nel 1819 a Montpellier, morto nel 1894 a Parigi, le di cui opere furono tradotte in presso che tutte le lingue, e la di cui « Esposizione e storia delle principali scoperte scientifiche moderne » (1851) servì di modello al Besso per le sue « Grandi invenzioni », un libro meritamente fortunato del quale in breve tempo fu esaurita l'edizione. Fu il Figuier il primo a introdurre nei giornali politici le appendici o riviste scientifiche popolari nelle quali eccelsero il Meunier, il Parville, il Boccardo, il Les-

A. Scacchi.

sona, il Milani, il Lioy. Fra le sue opere principali ricordiamo « La scienza in famiglia », « Conosci te stesso », « La storia delle piante », « L'uomo e le razze umane », « Le meraviglie della scienza », « Gli uccelli », la « Storia del meraviglioso » ecc. Eccellente volgarizzatore fu Giovanni Macé, nato nel 1815 a Parigi, morto nel 1894, autore dei due libri notissimi « Storia di un boccone di pane » e « I servitori dello stomaco ». Egli nel 1866 costituì in Francia la « Lega dell'insegnamento », che in breve contò a decine di migliaia gli aderenti. Luigi Simonin, nato a Marsiglia nel 1830, morto nel 1886, scrisse « Il mondo sotterraneo », « Le meraviglie del mondo sotterraneo », « Le pietre ». Otto Ule, nato nel 1820 a Lossow in Germania, morto nel 1876 a Halle, autore dell'opera « L'universo — Cosmos popolare » (1857), è soprattutto noto come il fondatore d'uno dei più diffusi e autorevoli periodici di scienze naturali: « Natura » di Francoforte. Ricordiamo infine Gastone Tissandier, uno dei più geniali e più noti scrittori popolari di scienza anche fra noi. Nato a Parigi nel 1843, morto nel 1899, celebre areonauta, compì 45 ascensioni, tra le quali sono da segnalare quelle compiute nel 1870 a scopo patriottico, e quella famosa del 1875 nella quale raggiunse l'altezza di 8600 metri, e si vide morire accanto i suoi due compagni. Scrisse in moltissimi periodi scientifici, nel 1873 fondò la bella rivista « Natura ». Fra le sue opere migliori e più diffuse notiamo « L' acqua », « La navigazione aerea », « I martiri della scienza », « I fossili », « Gli eroi del lavoro », « La storia dei palloni aerostatici », e « Le ricreazioni scientifiche ».

Finalmente segniamo come belle date nella storia della scienza italiana il 1864, anno nel quale fu tenuto a Biella il primo Congresso della Società Italiana di Scienze naturali; il 1866, anno nel quale, come dicemmo già, per iniziativa del Congresso della Società Italiana stessa a Spezia, si teneva a Neuchâtel il primo Congresso Internazionale di Paleontologia; e il 1880, anno nel quale ebbe luogo il primo Congresso Geologico Italiano.

Solo più tardi, col nuovo secolo XX, e precisamente nella primavera del 1903, si inaugurava nella Università di Roma il primo corso ufficiale in Italia di « Storia delle scienze naturali », auspice un ministro geniale innovatore, Nunzio Nasi, docente Mario Cermenati, un valente naturalista lombardo. Così l'antico proposito di Carlo Matteucci, proposito ch'egli, ministro della pubblica istruzione, manifestava quaranta anni or sono (1862) a Carlo Cattaneo, finalmente si attuava. Ora io non saprei terminare questo troppo breve riassunto dell' istoria dello sviluppo delle scienze naturali nel secolo XIX, meglio che con l'augurio che in tutte le università italiane s'inauguri una cattedra di storia delle scienze naturali. Sono troppi e troppo grandi i benefici che l'umanità ne riceve, perchè possiamo fermarci solamente a conoscere quali esse siano nel nostro tempo, e a trarne i maggiori vantaggi, o anche a cercare, sia pure con tutte le nostre forze, il loro più ampio sviluppo. E d'altra parte in Italia, nella patria di Lucrezio Caro e di Plinio Secondo, di Leonardo da Vinci e di Andrea Cesalpino, di Galileo Galilei e di Francesco Redi, di Luigi Galvani e di Alessandro Volta, di Lazzaro Spallanzani e di Carlo Matteucci, ne abbiamo il dovere.

FERRUCCIO RIZZATTI.

A

B

A). Meteorolito olosideritico scoperto da Brard nel 1828 a *Caille* (Alpes Maritimes), dove serviva come sedile presso la porta della chiesa. Era stato trovato due secoli avanti sul monte Audifert, nei dintorni di Caille. Pesa 625 Kg. ed è circa 1/7 della grandezza naturale. È visto di fronte dove sono molte piezogliti. A destra è notevole la sfaldatura ottaedrica. La superficie piana laterale di destra, ottenuta artificialmente, mostra le figure del Vidmanstœtten. Si trova nel *Museo geologico* di Parigi.

B). Azione del calore, a contatto dell'aria, sur una superficie tratta a pulimento d'un frammento del meteorolito olosideritico scoperto nel 1804 presso la chiesa del piccolo villaggio di Charcas, nel Messico, pesante 780 Kg., alto circa un metro. Grandezza naturale.

METEORITI